



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ

Δ Ι Π Λ Ω Μ Α Τ Ι Κ Η Ε Ρ Γ Α Σ Ι Α :

Β Ι Ο Κ Λ Ι Μ Α Τ Ι Κ Ε Σ Κ Α Ι

Α Λ Λ Ε Σ Π Α Ρ Α Μ Ε Τ Ρ Ο Ι

Σ Χ Ε Δ Ι Α Σ Μ Ο Υ

Ε Ε Ν Ο Δ Ο Χ Ε Ι Α Κ Η Σ Μ Ο Ν Α Δ Α Σ

Κωνσταντίνα Ζουμπουλάκη - Δημήτρης Χαλίδος

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Τζουβαδάκης  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.

---

Αθήνα, Ιούλιος 2011

## Ευχαριστίες

Θα θέλαμε, πρωτίστως, να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Ιωάννη Τζουβαδάκη, Επίκουρο Καθηγητή του τομέα Δομοστατικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση και επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η βοήθεια, η καθοδήγηση και η υποστήριξη που μας παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, ήταν πολύτιμη και καθοριστική.

Ευχαριστούμε, επίσης, ιδιαίτερα τον κ. Μενέλαο Ξενάκη, υποψήφιο Διδάκτορα στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για τις πολύτιμες συμβουλές του σχετικά με τα τεχνικά ζητήματα της προκατασκευής αλλά και τη λειτουργία του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε. Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κ. Στέλλα Πιερή, υποψήφια Διδάκτορα ΕΜΠ για την καθοδήγηση της κατά το στάδιο του κτηριακού σχεδιασμού.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει στον Μάκη Καρταλίδη, υποψήφιο Διδάκτορα ΕΜΠ, για την αμέριστη βοήθεια και συμβολή του σε πολλά στάδια της παρούσας εργασίας. Η βοήθεια του ήταν πολύτιμη, καθότι μας προσέφερε τις γνώσεις του πάνω σε εξειδικευμένα μηχανολογικά ζητήματα και συνέβαλε στον σχεδιασμό των ηλιακών πεδίων. Κυρίως, όμως, μοιραστήκαμε τους προβληματισμούς μας και συνέβαλε στη εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων.

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Γιώργο Αναγνωστόπουλο, προπτυχιακό φοιτητή της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών ΕΜΠ και τον Νικόλα Αρνή, πτυχιούχο του τμήματος Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτηρίων του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών, για την βοήθεια τους στο σχεδιασμό των κτηρίων.



## **ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Στην παρούσα εργασία μελετάται ο συνδυασμός της μεθόδου της προκατασκευής με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι δύο αυτές σχεδιαστικές παράμετροι βρήκαν ιδανικό πεδίο εφαρμογής στο σχεδιασμό μιας μικρής δυναμικότητας ξενοδοχειακής μονάδας. Η προκατασκευή συνιστά, εν προκειμένω, εξαιρετική λύση κατασκευής, λόγω της επαναληπτικότητας που χαρακτηρίζει μια ξενοδοχειακή μονάδα. Επιπλέον, στα ξενοδοχεία καταναλώνονται αλόγιστα ποσά ενέργειας κυρίως λόγω της αδιαφορίας των χρηστών καθότι το κόστος δεν τους επιβαρύνει άμεσα. Συνεπώς, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν μεγάλα ποσά ενέργειας, και να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Η επιλογή και η μελέτη των μέτρων βιοκλιματικού σχεδιασμού που εφαρμόστηκαν έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού Ecotect, βάσει του οποίου εκτιμήθηκαν τα ενεργειακά κέρδη κάθε μέτρου ξεχωριστά αλλά και στο σύνολό τους. Επίσης σχεδιάστηκε και διαστασιολογήθηκε ένα μικρής κλίμακας κεντρικό θερμικό ηλιακό πεδίο για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης των χρηστών του ξενοδοχείου, και τη θέρμανση της εξωτερικής πισίνας με σκοπό την επέκταση της κολυμβητικής περιόδου. Για τη διαστασιολόγηση των ηλιακών πεδίων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό RETScreen, του κέντρου φυσικών πόρων του Καναδά. Η εφαρμογή του συνόλου των μέτρων και η σωστή επιλογή των υλικών έχουν σαν αποτέλεσμα τα κτήρια να είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον αλλά και προς τον χρήστη.

## **ABSTRACT**

In this thesis there is contemplated the case of the combination of prefabrication along with the principles of bioclimatic design. These two design aspects found great field of application in the design of a small capacity hotel unit. In this case, prefabrication is an excellent manufacturing solution, due to the repetitive patterns that feature a hotel unit. Furthermore, large amounts of energy are consumed in hotels, especially because of the user's indifference, as the cost does not pass directly to them. As a



result, through bioclimatic design is possible to save large amounts of energy and reduce carbon dioxide emissions. The selection of the appropriate bioclimatic design's measures applied in this case has been done using Ecotect software. Based on Ecotect software, energy efficiency gains of each measure was estimated separately as well as in their entirety. Then, a small scale central solar field was designed in order to cover the needs for warm water and heating of the external swimming pool so the swimming period lasts longer. For the design of the solar field RETscreen software of Canada's Centre of Natural Resources was used. As a result, by the application of this measures and the choice of proper materials, all buildings are environmentally as well as user friendly.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ – ΣΥΝΟΨΗ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την εύρεση κατάλληλων μεθόδων για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων, με σκοπό την μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη, όπως αυτές προκύπτουν για τη λειτουργία μιας ξενοδοχειακής μονάδας η οποία και θα κατασκευαστεί με βάση τη μέθοδο της προκατασκευής.

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι σήμερα ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα παγκοσμίως. Η ενέργεια παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση, ενώ η αλόγιστη χρήση της έχει καθοριστικές συνέπειες για το περιβάλλον. Για τον λόγο αυτό, η προστασία του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελούν πλέον διαπιστωμένες ανάγκες και προτεραιότητες της διεθνούς κοινότητας. Αναλογιζόμενοι τις τεράστιες απαιτήσεις του κτηριακού τομέα σε ενέργεια και την σε υψηλό ποσοστό συμμετοχή των κτηρίων στην έκλυση ρύπων, ο βιοκλιματικός ή ενεργειακός σχεδιασμός δεν αποτελεί απλώς ιδανική λύση του προβλήματος, αλλά συνιστά πλέον αναγκαιότητα. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική προάγει σχεδιαστικές λύσεις που εκμεταλλεύονται τις περιβαλλοντικές συνθήκες και δημιουργούν κτήρια με θερμική και οπτική άνεση χωρίς ιδιαίτερες μηχανικές επεμβάσεις, παρεμβαίνοντας μόνο με το σχεδιασμό των αρχιτεκτονικών στοιχείων χωρίς τη χρήση μηχανικών συστημάτων. Η θερμική και οπτική άνεση επιτυγχάνονται με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, καθώς και άλλων ανανεώσιμων πηγών, όπως επίσης και με την επιλεκτική εκμετάλλευση των φυσικών φαινομένων του κλίματος, μέσω στρατηγικών φυσικού δροσισμού – αερισμού, φωτισμού, ηλιοπροστασίας, αλλά και με τη χρήση φυσικών μηχανισμών διάδοσης και αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας. Άμεση συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρει η χρήση των μέσων βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι βέβαια η εξοικονόμηση χρημάτων για τους χρήστες των πάσης φύσεως κτηρίων.

Η προκατασκευή είναι η μέθοδος υλοποίησης κατασκευών σύμφωνα με την οποία τα επιμέρους δομικά στοιχεία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και κατόπιν μεταφέρονται στον τόπο του έργου, όπου και συναρμολογούνται. Με αυτόν τον τρόπο δοκοί, υποστυλώματα, πλάκες, τοιχία και σκάλες παράγονται βιομηχανικά σε εργοστασιακές εγκαταστάσεις με τη χρήση του κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού και συνδέονται στο εργοτάξιο κομμάτι – κομμάτι, ώστε να σχηματιστεί η κατασκευή.



Αν και η μέθοδος της προκατασκευής χρησιμοποιούταν από τα αρχαία χρόνια, άρχισε να αναπτύσσεται με ταχύτετους ρυθμούς με την βιομηχανική επανάσταση, για να φτάσουμε σήμερα στην απόλυτα βιομηχανοποιημένη, ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παραγωγή στοιχείων ανώτατης ποιότητας. Είτε πρόκειται για ξύλινη ή μεταλλική, είτε πρόκειται για προκατασκευή σκυροδέματος, καλύπτει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών, σχεδόν σε έργα κάθε τύπου και μορφής. Η αιτία της ολοένα αυξανόμενης χρήσης της προκατασκευής στις κατασκευές είναι αναμφίβολα τα σημαντικά πλεονεκτήματα της. Τα κυριότερα από αυτά είναι η οικονομία χρόνου, το μειωμένο κόστος κατασκευής, η διασφάλιση ανώτερου επιπέδου ποιότητας, η βελτιωμένη σεισμική συμπεριφορά. Ιδιαίτερα για την προκατασκευή σκυροδέματος αναπτύσσονται νέες μέθοδοι, όπως η δόμηση με διπλά τοιχία οπλισμένου σκυροδέματος, που πετυχαίνουν τη δημιουργία μιας πλήρους μονολιθικής κατασκευής με εξαιρετική συμπεριφορά έναντι σεισμού με άριστη θερμομόνωση, ηχομόνωση και υγραμόνωση και χωρίς κανέναν αρχιτεκτονικό-σχεδιαστικό περιορισμό.

Στο πλαίσιο της απαίτησης για βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων ώστε αυτά να συμμετέχουν όσο το δυνατόν λιγότερο στη κατανάλωση ενέργειας, αλλά και της απαίτησης για οικονομία χρόνου και χρήματος στις κατασκευές χωρίς όμως «εκπτώσεις» στην ποιότητα, την ασφάλεια και την αισθητική, γίνεται αντιληπτό πως η προκατασκευή σαν μέθοδος δόμησης δεν μπορεί να απέχει από αυτό το μοτίβο, αλλά να αποτελεί χάριν των πλεονεκτημάτων της ένα ιδανικό πεδίο εφαρμογής των μέτρων του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Όταν μάλιστα υπάρχει επαναληπτικότητα στην κατασκευή, τότε γίνεται ακόμα πιο συμφέρουσα η χρήση των εν λόγω μεθόδων. Η επαναληπτικότητα στο σχεδιασμό και την κατασκευή απαντάται στις ξενοδοχειακές μονάδες. Είτε πρόκειται για ξενοδοχείο λίγων δωματίων, είτε πρόκειται για μια μεγάλη ξενοδοχειακή μονάδα 5 αστέρων, υπάρχει τυποποίηση στο σχεδιασμό, γεγονός που καθιστά τα ξενοδοχεία ένα ιδανικό πεδίο εφαρμογής για την προκατασκευή. Όσον αφορά δε την ενέργεια σε σχέση με το ξενοδοχείο, αξίζει απλώς να αναλογιστούμε πως η ενεργειακή κατανάλωση των ξενοδοχείων παγκοσμίως στοιχίζει περίπου 4 δις. € ετησίως, καθιστώντας έτσι αναγκαία την ενεργειακή προσέγγιση στην κατασκευή νέων μονάδων αλλά και την ένταξη συστημάτων βιοκλιματικού σχεδιασμού στις ήδη υπάρχουσες. Πολλώ δε μάλλον, σε μια χώρα αμιγώς τουριστική, όπως η Ελλάδα, με πλεονάζον ξενοδοχειακό δυναμικό και

συνεπώς με ιδιαίτερα αυξημένες απαιτήσεις για ενέργεια (περίπου το 10% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στη χώρα).

Έπειτα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετικά με τους τρεις αυτούς τομείς: τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων, την προκατασκευή και τα ξενοδοχεία επιλέχθηκε ο τύπος του υπό μελέτη ξενοδοχείου, έγινε η αρχιτεκτονική του σύνθεση σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις και προδιαγραφές και επιλέχθηκε το καταλληλότερο, κατά την κρίση μας, σύστημα προκατασκευής. Κατόπιν, με τη βοήθεια του λογισμικού Ecotect Analysis 2010, μελετήθηκε ενεργειακά με βάση ορισμένα προτεινόμενα μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Το εν λόγω ξενοδοχείο συντίθεται με τις προδιαγραφές ξενοδοχείου κλασικού τύπου και, με δεδομένο ότι βρίσκεται σε Περιοχή II, είναι δηλαδή ξενοδοχείο παραθερισμού, με δυναμικότητα 100 κλινών εντασσόμενο στην κατηγορία 3 αστερών. Επιλέχθηκαν τα ως άνω μεγέθη με σκοπό να είναι εφικτή στα πλαίσια των απαιτήσεων της εργασίας η σύνθεση, ο σχεδιασμός και η ενεργειακή προσομοίωση της ξενοδοχειακής μονάδας.

Η τεχνική προκατασκευής η οποία θα εφαρμοστεί είναι αυτή των διπλών τοιχωμάτων σκυροδέματος. Σε ένα ξενοδοχείο όπου υπάρχει τυποποίηση και επαναληπτικότητα στους χώρους και τις διαστάσεις, η μέθοδος των διπλών τοιχωμάτων είναι ιδανική από πλευράς εργονομίας, οικονομικότητα, ταχύτητας κατασκευής, ενώ είναι και η πλέον σύγχρονη χωρίς σχεδιαστικούς περιορισμούς.

Με το λογισμικό Ecotect Analysis δημιουργείται ένα τρισδιάστατο μοντέλο του υπό μελέτη κτηρίου, βάσει του οποίου αρχικά βρίσκεται ο βέλτιστος προσανατολισμός του. Στη συνέχεια, γίνεται ενεργειακή μελέτη στην αρχική του μορφή. Κατόπιν, ελέγχονται κάποια μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορεί να εφαρμοστούν σύμφωνα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης κατασκευής και μπορούν να εξεταστούν από το εν λόγω πρόγραμμα. Έτσι εξετάζεται η θερμομόνωση, η χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής (low-e), ο διαμεπής αερισμός, η χρήση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων (στεγάστρων). Εκτιμώνται τα ενεργειακά οφέλη και οι τελικές ενεργειακές απαιτήσεις με το συνδυασμό των μέτρων και τέλος προτείνονται τρόποι κάλυψης αυτών με τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακά πεδία).

Το συμπέρασμα που προκύπτει από την πραγματοποιηθείσα μελέτη είναι ότι η θερμική συμπεριφορά του κτηρίου που εξετάστηκε, βελτιώθηκε σημαντικά με την

χρήση απλών και ουσιαστικών παθητικών τεχνικών βιοκλιματικού σχεδιασμού ώστε να περιορίζεται η ανάγκη για χρήση κλιματισμού από τους επισκέπτες του ξενοδοχείου μόνο ορισμένες ώρες της μέρας. Σημαντικά οφέλη προέκυψαν επίσης από την εγκατάσταση ηλιακών πεδίων για της ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης. Η χρήση των προτεινόμενων βιοκλιματικών μεθόδων αναμένεται να έχει και μικρότερο κόστος από αυτό που θα αναλογούσε, για παράδειγμα σε μια τυπική κατοικία, εξαιτίας του μεγέθους της κατασκευής που συνεπάγεται οικονομικότερες προσφορές και συνάμα μείωση του προσδοκώμενου χρόνου απόσβεσης, με μεγάλο όμως ρόλο να διαδραματίζει η περιβαλλοντική συνείδηση και η έμπρακτη συμμετοχή των επισκεπτών του ξενοδοχείου προς την κατεύθυνση αυτή.

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

- Α/Γ: Ανεμογεννήτριες
- Α.Ε.: Ανώνυμη Εταιρία
- ΑΕΚΚ: Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων
- ΑΕΠ: Ακαθάριστο Εθνικό Προϊόν
- ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- ΑΤΘ: Αέρια Του Θερμοκηπίου
- BEMS: Building Energy management systems
- BMS: Building Management System (Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου)
- ΕΕ: Ευρωπαϊκή Ένωση
- ΕΟΤ: Ελληνικός Οργανισμός Τουρισμού
- ΕΣΥΕ: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος
- ΖΝΧ: Ζεστό Νερό Χρήσης
- ΖΟΕ: Ζώνη Οικιστικού Ελέγχου
- ΘΗΣ: Θερμικά Ηλιακά Συστήματα
- ΙΤΕΠ: Ινστιτούτο Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων
- ΚΕΝΑΚ: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα
- ΚΑΠΕ: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Ξ.Ε.Ε. Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδος
- ΠΗΣ: Παθητικά Ηλιακά Συστήματα
- Π.Δ.: Προεδρικό Διάταγμα
- ΣΕΤΕ: Σύνδεσμος Ελληνικών Τουριστικών Επιχειρήσεων
- Φ/Β: Φωτοβολταϊκά



# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- 1.1 Εισαγωγή
- 1.2 Η έννοια της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής
- 1.3 Βασικές αρχές Βιοκλιματικών Συστημάτων
- 1.4 Κατηγορίες Βιοκλιματικών Συστημάτων
  - 1.4.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα
  - 1.4.2 Συστήματα φυσικού φωτισμού
  - 1.4.3 Συστήματα φυσικού δροσισμού και σκίασης
- 1.5 Αρχές αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας
  - 1.5.1 Βασικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας
- 1.6 Περιγραφή των παθητικών ηλιακών συστημάτων
  - 1.6.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους
    - 1.6.1.1 Προσανατολισμός
    - 1.6.1.2 Ανοίγματα
  - 1.6.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους
    - 1.6.2.1 Θερμοσυσσωρευτικοί Τοίχοι
      - 1.6.2.1.1 Απλοί Τοίχοι Μάζας
      - 1.6.2.1.2 Τοίχοι Trombe
      - 1.6.2.1.3 Τοίχοι Νερού
    - 1.6.2.2 Υδάτινη Στέγη (Roof Pond)
    - 1.6.2.3. Ηλιακοί Χώροι - Θερμοκήπια
    - 1.6.2.4. Θερμοσιφωνικό Πανέλο/Τοίχος Barra-Constantini
  - 1.6.3 Συστήματα απομονωμένου κέρδους (isolated gain)
    - 1.6.3.1 Θερμοκήπιο
    - 1.6.3.2 Ηλιακό αίθριο

- 1.6.3.3 Θερμοσιφωνικό πανέλο εκτός του κτηριακού περιβλήματος
- 1.7 Συστήματα φυσικού δροσισμού και σκίασης
  - 1.7.1 Συστήματα σκίασης και ηλιοπροστασίας
    - 1.7.1.1 Σκίαση
    - 1.7.1.2 Σκίαση από δέντρα και γύρω κτήρια
    - 1.7.1.3 Ειδικοί υαλοπίνακες
    - 1.7.1.4 Ανακλαστικά επιχρίσματα
    - 1.7.1.5 Φράγμα ακτινοβολίας
    - 1.7.1.6 Βλάστηση/ Φυτεμένα δώματα
  - 1.7.2 Φυσικός αερισμός
    - 1.7.2.1 Διαμπερής αερισμός
    - 1.7.2.2 Κατακόρυφος αερισμός - Ανεμόπυργοι
    - 1.7.2.3 Κατακόρυφος ενισχυμένος αερισμός – Ηλιακή καμινάδα
  - 1.7.3 Ψύξη μέσω εδάφους
    - 1.7.3.1 Άμεσος δροσισμός - Υποσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτήρια
    - 1.7.3.2 Έμμεσος δροσισμός - Υπεδάφιο σύστημα αγωγών
  - 1.7.4 Ψύξη με ακτινοβολία
    - 1.7.4.1 Μεταλλικός ακτινοβολιτής
    - 1.7.4.2 Λίμνες οροφής
  - 1.7.5 Ψύξη με εξάτμιση
    - 1.7.5.1 Άμεσα παθητικά συστήματα εξατμιστικού δροσισμού
    - 1.7.5.2 Έμμεσα παθητικά συστήματα εξατμιστικού δροσισμού
- 1.8 Συστήματα φυσικού φωτισμού
  - 1.8.1. Ανοίγματα οροφής
  - 1.8.2. Αίθρια
  - 1.8.3. Φωταγωγοί
  - 1.8.4. Πρισματικά Φωτοδιαπερατά Υλικά
  - 1.8.5. Διαφανή μονωτικά υλικά
  - 1.8.6. Ράφια Φωτισμού/Ανακλαστήρες
  - 1.8.7. Ανακλαστικές περσίδες

- 1.9 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα και άλλες Α.Π.Ε.
- 1.9.1 Ηλιακή ενέργεια
- 1.9.1.1 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (Ηλιακά Πεδία)
- 1.9.1.2 Φωτοβολταϊκά
- 1.9.2 Γεωθερμία
- 1.9.3 Αιολική Ενέργεια
- 1.9.4 Βιομάζα

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**

- 2.1 Θερμική Προστασία Κτηριακού Κελύφους (Θερμομόνωση)
- 2.1.1 Τεχνικές θερμομόνωσης
- 2.1.2 Θερμομονωτικά υλικά
- 2.1.2.1 Βασικές ιδιότητες υλικών
- 2.1.2.2 Απαιτήσεις θερμομόνωσης – κλιματικές ζώνες
- 2.1.2.3 Συμβατικά θερμομονωτικά υλικά
- 2.1.2.4 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά
- 2.1.2.5 Κριτήρια επιλογής τύπου και υλικών μόνωσης
- 2.2 Προστασία Κελύφους από υγρασία (Υγρομόνωση)
- 2.3 Προστασία Κελύφους από Θόρυβο (Ηχομόνωση)
- 2.4 Υλικά κατασκευής και οικολογία
- 2.4.1 Ορισμός οικολογικών υλικών
- 2.4.1.1 Ενσωματωμένη Ενέργεια
- 2.4.1.2 Κύκλος ζωής κτηρίου και δομικών υλικών
- 2.4.1.3 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

- 3.1 Ορισμός
- 3.2 Ιστορική αναδρομή
- 3.3 Η προκατασκευή στην Ελλάδα



- 3.3.1 Τα προβλήματα
- 3.4 Είδη προκατασκευής
  - 3.4.1 Γενικά
  - 3.4.2 Η Προκατασκευή στα ξύλινα κτήρια
    - 3.4.2.1 Φέροντες τοίχοι από κορμούς ή δοκούς
    - 3.4.2.2 Φέροντα ξύλινα πλαίσια
    - 3.4.2.3 Ξύλινα κτήρια με μερική προκατασκευή
    - 3.4.2.4 Σκελετός από ξύλινα υποστυλώματα και δοκούς
  - 3.4.3 Μεταλλικές Κατασκευές
    - 3.4.3.1 Μονώροφα κτίρια με σκελετό από χάλυβα
  - 3.4.4 Σύμμικτες Κατασκευές
  - 3.4.5 Προκατασκευή Σκυροδέματος
    - 3.4.5.1 Σκελετός από προκατασκευασμένα στοιχεία
    - 3.4.5.2 Σύστημα δόμησης με προκατασκευασμένα φέροντα τοιχώματα – Πανέλα
    - 3.4.5.3 Η μέθοδος των προκατασκευασμένων κυψελών
    - 3.4.5.4 Σημεία προσοχής για αποφυγή βλαβών
    - 3.4.5.5 Κύριες εφαρμογές της προκατασκευής σκυροδέματος
- 3.5 Σύγκριση μεταξύ βιομηχανοποιημένης και συμβατικής δόμησης
  - 3.5.1 Πλεονεκτήματα της βιομηχανοποιημένης δόμησης
  - 3.5.2 Μειονεκτήματα της βιομηχανοποιημένης δόμησης

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ**

- 4.1 Εισαγωγή
  - 4.1.1 Η ανάπτυξη του τουρισμού στην παγκόσμια οικονομία
  - 4.1.2 Ο τουρισμός στην Ελλάδα
- 4.2 Κατάταξη Τουριστικών Καταλυμάτων
  - 4.2.1 Η χρησιμότητα της κατάταξης
  - 4.2.2 Διαδικασία κατάταξης
  - 4.2.3 Παράμετροι που ελέγχονται

- 4.2.4 Εφαρμογή της κατάταξης στην πράξη
- 4.3 Κατηγοριοποίηση ξενοδοχείων
  - 4.3.1 Διάκριση ξενοδοχείων ανά λειτουργική μορφή
  - 4.3.2 Προδιαγραφές και βαθμολογούμενα κριτήρια
  - 4.3.3 Η «ανάπτυξη» ενός ξενοδοχείου
- 4.4 Η εικόνα του ξενοδοχειακού δυναμικού της Ελλάδας
  - 4.4.1 Η εξέλιξη την εικοσαετία 1990-2009
  - 4.4.2 Τα στοιχεία και οι εκτιμήσεις του ΙΤΕΠ
    - 4.4.2.1 Περιφερειακή κατανομή του ξενοδοχειακού δυναμικού
    - 4.4.2.2 Σύγκριση με τις κύριες ανταγωνίστριες χώρες
    - 4.4.2.3 Πλεονάζουσα παραγωγική δυναμικότητα
    - 4.4.2.4 Συμπεράσματα και προτάσεις
- 4.5 Ξενοδοχεία και ενεργεία
  - 4.5.1 Η ενεργειακή κατανάλωση των ξενοδοχείων
  - 4.5.2 Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας
    - 4.5.2.1 Συνοπτική παρουσίαση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας
    - 4.5.2.2 Παράδειγμα εφαρμογής «πράσινων» τεχνολογιών
  - 4.5.3 Τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας
  - 4.5.4 Τα «πράσινα» ξενοδοχεία

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ**

- 5.1 Σύνθεση Ξενοδοχείου
  - 5.1.1 Προδιαγραφές
  - 5.1.2 Η σχέση των χώρων
- 5.2 Προκατασκευή
- 5.3 Επιλογές υλικών
- 5.4 Επιλογή μέτρων βιοκλιματικού σχεδιασμού

- 5.5 Μόνωση κτηριακού κελύφους
  - 5.5.1 Θερμομόνωση
  - 5.5.2 Διπλοί υαλοπίνακες
- 5.6 Διαμερής αερισμός
- 5.7 Σκίαση
- 5.8 Συνολική εφαρμογή μέτρων
- 5.9 Κεντρικό Θερμικό Ηλιακό Σύστημα
  - 5.9.1 Θέρμανση πισίνας
  - 5.9.2 Παραγωγή ZNX

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

## **ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**Σκοπός** της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση, μέσω του σχεδιασμού και της ενεργειακής μελέτης μιας ξενοδοχειακής μονάδας, της δυνατότητας συνδυασμού της μεθόδου της προκατασκευής με την φιλοσοφία και τα συστήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Προς επίτευξη του σκοπού αυτού, σχεδιάστηκε μια μικρής κλίμακας ξενοδοχειακή μονάδα, σύμφωνα πάντα με τους ισχύοντες κανονισμούς και διατάξεις.

**Στόχος** μας ήταν να αποδείξουμε ότι παρά τις ισχύουσες αντιλήψεις η προκατασκευή αποτελεί μία πλήρως οικολογική λύση κατασκευής, που δεν θέτει ιδιαίτερους περιορισμούς ως προς το σχεδιασμό των κτηρίων αλλά αντιθέτως παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικού τρόπου δόμησης.

**Μέσα έρευνας:** Βασικό μέσο για τη διερεύνηση και επίτευξη των παραπάνω στόχων ήταν το λογισμικό της Autodesk, Ecotect Analysis 2010, με τη βοήθεια του οποίου έγινε η ενεργειακή μελέτη του κτηρίου και η σύγκριση, μέσω της θερμικής ανάλυσής του, των διάφορων μέτρων του βιοκλιματικού σχεδιασμού που μελετήθηκαν. Επίσης, κατά το στάδιο σχεδιασμού της ξενοδοχειακής μονάδας χρησιμοποιήθηκε το σχεδιαστικό πρόγραμμα της Autodesk, Autocad. Τέλος, κατά τη διαστασιολόγηση των ηλιακών πεδίων –που προστέθηκαν στην ξενοδοχειακή μονάδα με στόχο την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας– χρησιμοποιήθηκε το Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen (RETScreen Clean Energy Project Analysis Software) του Κέντρου Φυσικών Πόρων του Καναδά.

**Δομή εργασίας:** Τα τέσσερα πρώτα κεφάλαια αποτελούν την παρουσίαση, έπειτα από τη βιβλιογραφική –και όχι μόνο– έρευνα που έγινε, του θεωρητικού υπόβαθρου όλων των τομέων της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται η έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τα επιμέρους συστήματα και τεχνικές του. Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στα δομικά υλικά του κτηρίου και τις ιδιότητες αυτών, δίνοντας έμφαση στη σχέση τους με το περιβάλλον και τον χρήστη - οικολογικά υλικά φιλικά προς περιβάλλον και χρήστη -, καθώς και στις τεχνικές θερμομόνωσης του κτηριακού κελύφους. Έπειτα, στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο,

διερευνώνται και παρουσιάζονται οι τεχνικές και τα συστήματα της προκατασκευής, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της συγκριτικά με το συμβατικό τρόπο δόμησης, καθώς και οι συνθήκες και το υπόβαθρο που επικρατούν στην Ελλάδα στον τομέα αυτό. Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές των ξενοδοχείων σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και αναλύεται η υπάρχουσα κατάσταση του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας. Τέλος, στο 5<sup>ο</sup> και τελευταίο κεφάλαιο περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία όπως ακολούθηθηκε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, από το σχεδιασμό, δηλαδή, της ξενοδοχειακής μονάδας μέχρι την ενεργειακή της μελέτη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

### 1.1 Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό, το ενεργειακό πρόβλημα είναι σήμερα ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα της παγκόσμιας κοινότητας. Η ενέργεια, ένα αγαθό που εξυπηρετεί σήμερα βιοτικές, κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες, παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση, ενώ οι συνέπειες από την αλόγιστη χρήση της στο περιβάλλον είναι καθοριστικές. Σύμφωνα με τις τελευταίες εκτιμήσεις, τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και λιθάνθρακα επαρκούν για την κάλυψη αναγκών περίπου 40, 70 και 200 ετών, αντίστοιχα. Οι επιπτώσεις της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της εξάντλησης των φυσικών πόρων, καθώς και η πολυπλοκότητα των ζητημάτων που συνδέονται με το περιβάλλον και την ανάπτυξη δεν είναι νέα θέματα. Σήμερα, η προστασία του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη (ανάπτυξη που πραγματοποιείται με την παράλληλη και ισότιμη προώθηση της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος) αποτελούν πλέον διαπιστωμένες αναγκαιότητες και προτεραιότητες της διεθνούς κοινότητας.

Ο κτηριακός τομέας συμμετέχει με υψηλό ποσοστό στην κατανάλωση ενέργειας και στην έκλυση ρύπων, ιδιαίτερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όπου το ποσοστό συμμετοχής των κτηρίων στη συνολική κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται περίπου στο 40%. Συγκεκριμένα στην Ελλάδα, το έτος 2005, τα κτήρια (οικιακός και τριτογενής τομέας) συμμετείχαν με ποσοστό 34% στο Ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο και με ποσοστό 65% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Το άμεσο αποτέλεσμα είναι ότι το ποσοστό των εκπομπών του CO<sub>2</sub> που αντιστοιχεί στα κτήρια να υπερβαίνει το 45%. Το έτος 1995, το αντίστοιχο ποσοστό συμμετοχής των Ελληνικών κτηρίων στην κατανάλωση ενέργειας ήταν 25% ενώ το έτος 1985 ήταν 20%. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα Ελληνικά κτήρια αυξάνεται συνεχώς και για τη δεκαετία 1995-2005 ανέρχεται στο 5,5%, ενώ ο αντίστοιχος ρυθμός αύξησης για το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα είναι περίπου 3%. [6] Με αυτούς τους ρυθμούς αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη η επίτευξη των στόχων της Ελλάδας στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου του Κιότο, οι οποίοι αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και τη

μείωση των εκλυόμενων ρύπων. Σύμφωνα μάλιστα με έρευνα της Eurostat, οι ελληνικές κατοικίες έχουν 30% μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση από την Ισπανία, διπλάσια σχεδόν από την Πορτογαλία, και σημαντικά μεγαλύτερη από βορειότερα κράτη όπως το Βέλγιο, όπου ο χειμώνας είναι βαρύτερος απ' ό τι στη Μεσόγειο. Ακόμη χειρότερα, οι «επιδόσεις» των ελληνικών νοικοκυριών στην εξοικονόμηση ενέργειας είναι στην πραγματικότητα πολύ πιο φτωχές, καθώς σε αρκετές χώρες του εξωτερικού η αναλογία δομημένων τετραγωνικών μέτρων ανά κάτοικο είναι μεγαλύτερη απ' ό τι στην Ελλάδα. Όταν ληφθεί υπόψη και αυτή η παράμετρος, η ενεργειακή κατανάλωση ενός ελληνικού νοικοκυριού προκύπτει πολύ υψηλότερη ακόμη και από μία μέση κατοικία στη Γερμανία, τη Δανία ή τη Βρετανία. Θα πρέπει λοιπόν να ληφθούν άμεσα μέτρα, με την εφαρμογή οικονομικών υποστηρικτικών κινήτρων για την επίτευξη της αναγκαίας εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους του τομείς και ιδιαίτερα στα κτήρια.

Στο ξεκίνημα του 21<sup>ου</sup> αιώνα ο στόχος που ετέθη είναι αφενός η μείωση του θερμικού και ψυκτικού φορτίου των κτηρίων και αφετέρου η ελαχιστοποίηση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων, τουλάχιστον όσον αφορά τη θέρμανση και την ψύξη, με την εκμετάλλευση των ανεξάντλητων πηγών ενέργειας δηλαδή τον ήλιο και τον αέρα. Επίσης, ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο τρόπος λειτουργίας των κτηρίων πρέπει να βασίζονται στις αρχές της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των φυσικών πόρων για να βοηθήσουν στη διατήρηση του περιβάλλοντος. Συγχρόνως, πρέπει να συνεισφέρουν στην υγιεινή και ασφαλή διαβίωση των ενοίκων χωρίς να προκαλούνται επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η παραπάνω αντίληψη δεν πρέπει βεβαίως να είναι εις βάρος της θερμικής και οπτικής άνεσης των χρηστών των κτηρίων, στοιχεία τα οποία εξασφαλίζονται από τον ενεργειακό σχεδιασμό κτηρίων και υπαίθριων χώρων. [6]

Ο σχεδιασμός του δομημένου περιβάλλοντος και των κτηρίων ιδιωτικού ή δημόσιου ακάλυπτου χώρου, πρέπει πρωτίστως να στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στη δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης των πολιτών μέσα και έξω από τα κτήρια, δηλαδή στη βελτίωση του μικροκλίματος. Η κλιματολογία της σύγχρονης πόλης διαμορφώνεται από παράγοντες που επηρεάζουν το αστικό μικροκλίμα, τις ανθρωπογενείς πηγές θερμότητας και ρύπανσης και τη μορφολογία του αστικού περιβάλλοντος. [3]

Για τους λόγους αυτούς ο βιοκλιματικός σχεδιασμός (ή ενεργειακός σχεδιασμός) των κτηρίων δεν αποτελεί απλώς ιδανική λύση του προβλήματος - δεδομένου του υψηλού αυτού ποσοστού συμμετοχής των κτηρίων τόσο στην κατανάλωση ενέργειας όσο και στις εκπομπές CO<sub>2</sub> - αλλά συνιστά πλέον αναγκαιότητα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική δεν συνιστά καινοτομία της εποχής μας, αλλά έχει τις ρίζες της στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική πολλών λαών και μπορεί να προσφέρει στη σύγχρονη κατοικία λύσεις και ιδέες φιλικές προς το περιβάλλον.

## 1.2 Η έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

Βιοκλιματική αρχιτεκτονική ονομάζεται η αρχιτεκτονική που προάγει σχεδιαστικές λύσεις που εκμεταλλεύονται τις περιβαλλοντικές συνθήκες και δημιουργούν κτήρια με θερμική και οπτική άνεση χωρίς ιδιαίτερες μηχανικές επεμβάσεις. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική παρεμβαίνει μόνο με το σχεδιασμό των αρχιτεκτονικών στοιχείων χωρίς να κάνει χρήση μηχανικών συστημάτων. Υπάρχουν δύο σημαντικές στρατηγικές για την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο:

- Σε ψυχρό καιρό να μεγιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας και να εξασφαλίζεται η καλή διανομή τους και κατάλληλη αποθήκευση τους
- Σε θερμό καιρό να ελαχιστοποιούνται τα κέρδη θερμότητας, να αποφεύγεται η υπερθέρμανση και να βελτιστοποιείται ο αερισμός με ψυχρό αέρα. [15]

Στα πιο πάνω πρέπει να προστεθεί η στρατηγική του φυσικού φωτισμού.

Για την επίτευξη θερμικής αλλά και οπτικής άνεσης γίνεται αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας αλλά και άλλων ανανεώσιμων πηγών, καθώς εκμεταλλεύονται επίσης και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτηριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:



- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Τον σχεδιασμό των κτηρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξική τους δράση. [3]

Κύριοι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες και συγχρόνως η εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω στρατηγικών φυσικού δροσισμού – αερισμού, φωτισμού, ηλιοπροστασίας με εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και φυσικών μηχανισμών διάδοσης και αποθήκευσης της. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτήρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (π.χ. ήλιο, αέρα/άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό) για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, και τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτηρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτήρια. Τα παθητικά συστήματα χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτηρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά αλλά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

### **1.3 Βασικές αρχές βιοκλιματικών συστημάτων**

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων είναι ο σχεδιασμός και η μελέτη των κτηρίων με βάση το τοπικό κλίμα, επιδιώκει δηλαδή την προσαρμογή των κτηρίων στις ειδικές κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες κάθε περιοχής. Οι βασικές

αρχές σχεδιασμού προκειμένου το κτήριο να ανταποκρίνεται στην βιοκλιματική αντίληψη είναι οι εξής:

- Θερμική προστασία των κτηρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτηρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτηρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων, την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- Προστασία των κτηρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτήριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός τις νυχτερινές ώρες.
- Εξασφάλιση επαρκούς φυσικού φωτισμού και ελέγχου της φωτεινής ακτινοβολίας ώστε να υπάρχει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- Βελτίωση του μικροκλίματος έξω και γύρω από τα κτήρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων και, εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές. [16,3]

#### **1.4 Κατηγορίες βιοκλιματικών συστημάτων**

Η κατασκευή ενός κτηρίου αποτελεί τη δημιουργία ενός συστήματος που δένεται με το γύρω περιβάλλον και υπόκειται σε μια σειρά από επιδράσεις που σχετίζονται με τις εποχιακές και ημερήσιες αλλαγές των κλιματικών συνθηκών και τις ποικίλες απαιτήσεις των χρηστών ως προς τον χρόνο και τον χώρο.

Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτήρια, όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας

της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτήρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα μη μονωμένα κτήρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%.

#### **1.4.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα**

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα επιτρέπουν σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους για την θέρμανση των κτηρίων και βελτιώνουν την θερμική άνεση των ενοίκων τους. Η θέρμανση των κτηρίων με παθητικά ηλιακά συστήματα βασίζεται:

- στη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και στην μετατροπή της σε θερμική
- στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας
- στη διατήρηση της θερμότητας στο κτήριο
- στη διανομή της θερμότητας

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι συνήθως απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτηρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους είναι πολύ συχνά κοινά οικοδομικά υλικά. Ο βασικός τους σκοπός είναι η συλλογή ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευσή της και η διανομή της στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου. Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων στηρίζεται στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας, στη θερμοχωρητικότητα των υλικών για την αποθήκευση της θερμότητας και στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής για τη μεταφορά της θερμότητας από τη συλλογή στην αποθήκη και στο χώρο που θα θερμανθεί. [16,6]

Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση ανοιγμάτων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν νότιο προσανατολισμό, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επιπλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαραίτητη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτηρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Ειδική προσοχή θα πρέπει να δίνεται στην περίπτωση των κτηρίων στα οποία έχουν ενσωματωθεί παθητικά ηλιακά συστήματα έτσι ώστε να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα (σκίαση, φυσικός

αερισμός κλπ.) για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά την διάρκεια του καλοκαιριού.

#### **1.4.2 Συστήματα φυσικού φωτισμού**

Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ορισμένα κτήρια. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων, ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και το ψυκτικό φορτίο του κτηρίου.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτηρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση
- στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό
- στην μείωση του ψυκτικού φορτίου

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό έως και κατά 80%. Στην περίπτωση όπου το κτήριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρησιμοποίηση τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

Ο φυσικός φωτισμός, ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, αποτελεί από μόνος του αντικείμενο σημαντικού τμήματος της αρχιτεκτονικής μελέτης, ενώ υπάρχουν ακόμα και εξειδικευμένα μελετητικά γραφεία αρχιτεκτονικού φωτισμού, που αναλαμβάνουν αποκλειστικά μελέτες φυσικού φωτισμού κάνοντας χρήση ειδικών προγραμμάτων προσομοίωσης.

#### **1.4.3 Συστήματα φυσικού δροσισμού και σκίασης**

Ο φυσικός δροσισμός αποτελεί την εναλλακτική πρακτική για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στα κτήρια το καλοκαίρι, αφού η εντατικοποίηση της εγκατάστασης και χρήσης κλιματιστικών συσκευών επιφέρει σημαντικά ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα, καθώς καταναλώνουν πολύ μεγάλες

ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Η εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού συνεπάγεται την μείωση των ψυκτικών φορτίων των κτηρίων και του χρόνου λειτουργίας των συστημάτων αυτών, μέχρι και την κατάργηση της ανάγκης εγκατάστασης συστήματος κλιματισμού.

Με το φυσικό δροσισμό, εκτός της εξοικονομούμενης ενέργειας, βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες άνεσης μέσα στους χώρους, ακόμα και σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες λόγω των δροσερών δομικών στοιχείων και των ρευμάτων αέρα μέσα σε αυτούς, ενώ από έρευνες προκύπτει ότι η θερμοκρασία μέσα στα κτήρια μπορεί να διατηρηθεί έως και 10 °C χαμηλότερη από την εξωτερική. Η λειτουργία των τεχνικών φυσικού δροσισμού βασίζεται στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτηρίου και στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης)

## **1.5 Αρχές αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας**

Λόγω της μείωσης των αποθεμάτων των συνήθων πηγών ενέργειας που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια και της αντίστοιχης αύξησης του κόστους τους, γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική η ανάγκη να προσανατολιστούμε στην κατά το δυνατό καλύτερη εκμετάλλευση της ενέργειας που είναι διάχυτη στο περιβάλλον και πρώτα απ' όλα της ηλιακής ενέργειας. Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας διακρίνεται σε ενεργητική και παθητική.

### **ο Ενεργητική αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας:**

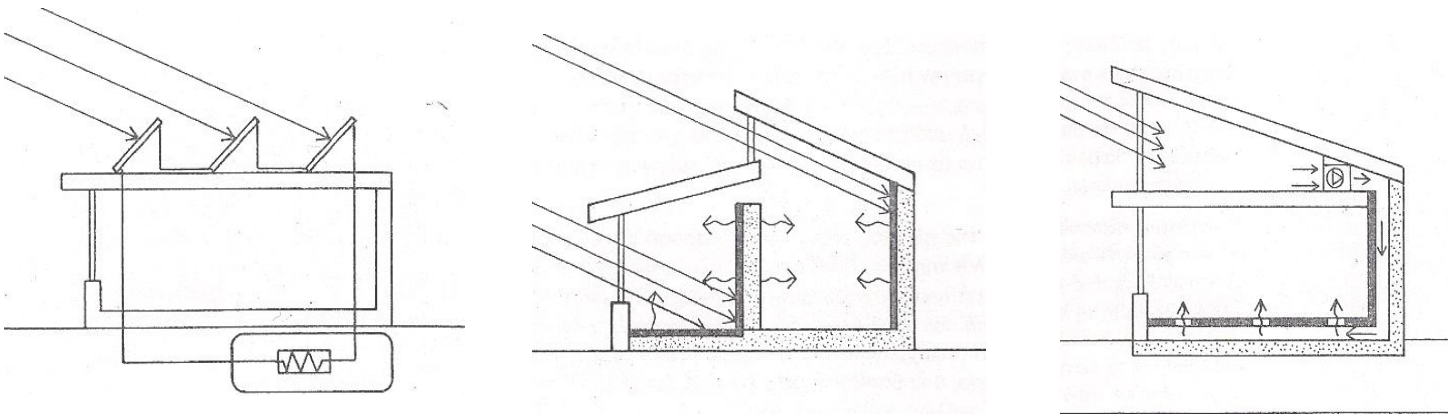
Η προς αξιοποίηση ηλιακή ενέργεια δεν είναι μόνο η ακτινοβολία αλλά και η θερμότητα που βρίσκεται στον αέρα ή αποθηκεύεται στο νερό και στο έδαφος, που οφείλεται άμεσα ή έμμεσα στην ηλιακή ακτινοβολία. Στα ενεργητικά συστήματα η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται με τη βοήθεια συλλεκτών, ενώ η θερμότητα του αέρα, του νερού και του εδάφους με αντλίες.

ο **Παθητική αξιοποίηση:**

Η αρχή των παθητικών συστημάτων αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι η μετατροπή της ενέργειας που υπάρχει διάχυτη στο περιβάλλον σε θερμότητα που αποθηκεύεται στο σώμα του κτηρίου με ελάχιστη κατά το δυνατό χρήση τεχνολογικών μέσων αλλά κυρίως με κατάλληλη πρόβλεψη στον σχεδιασμό του.

ο **Συνδυασμός των δύο:**

Συστήματα που συνδυάζουν παθητική και ενεργητική αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας ονομάζονται «υβριδικά». Στα συστήματα αυτά η «παθητική» συγκέντρωση της θερμότητας συνδυάζεται με κάποια τεχνολογικά μέσα δανεισμένα από τα ενεργητικά συστήματα (π.χ. ανεμιστήρες, κυκλοφορητές, κ.λπ.)



Εικ. 1.1: ενεργητικά, παθητικά και υβριδικά συστήματα αξιοποίησης [40]

### 1.5.1 Βασικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας

Η θέρμανση ενός σώματος από την ηλιακή ακτινοβολία ακολουθείται από μια διαδικασία εξισορρόπησης της θερμότητας ανάμεσα στο σώμα αυτό και το άμεσο περιβάλλον του. Η θερμότητα ως γνωστόν μεταδίδεται από ένα θερμό σημείο προς ένα ψυχρό μέχρι να μην υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα δύο αυτά σημεία. Στη διαδικασία αυτή διακρίνονται τρεις διαφορετικοί τρόποι μετάδοσης της θερμότητας που χρησιμοποιούνται όλοι σε ένα σύστημα παθητικής αξιοποίησης της θερμότητας.

- ο **Μετάδοση μέσω στερεών (αγωγή ή συναγωγή):** Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από ένα σώμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια που κατανέμεται μέσα σ' αυτό ανάλογα με την θερμοαγωγιμότητα του υλικού. Η εσωτερική αυτή διάδοση – κατανομή της θερμότητας είναι μια φυσική διαδικασία που βασίζεται στην μοριακή κίνηση. Η θερμότητα μεταδίδεται πάντα από τα θερμά προς τα ψυχρά σημεία τα μόρια της επιφάνειας του σώματος που θερμαίνεται μεταδίδουν τη θερμότητα στα αμέσως επόμενα γειτονικά τους μέχρις ότου το σώμα αποκτήσει μια ενιαία θερμοκρασία.
  
- ο **Μετάδοση μέσω αερίων (μεταφορά):** Ένα σώμα που βρίσκεται σε επαφή με ένα υγρό ή αέριο μεταδίδει σε αυτό την θερμότητα του. Η μετάδοση θερμότητας μέσω αερίων περιλαμβάνει δύο διαδικασίες της μετάδοσης με επαφή και της διάχυσης της θερμότητας με την κίνηση των μορίων μέσα στο αέριο ή στο υγρό. Και σε αυτήν την περίπτωση έχουμε κίνηση της θερμότητας από τα θερμά προς τα ψυχρά σημεία. Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας τόσο περισσότερη θερμότητα μεταδίδεται. Λόγω της διαστολής μια θερμαινόμενη μάζα αέρα αποκτά μικρότερο ειδικό βάρος και κινείται προς τα πάνω, και η αναπλήρωση του κενού αυτού από ψυχρό αέρα δημιουργεί ένα φυσικό ρεύμα αερισμού.
  
- ο **Μετάδοση με ακτινοβολία:** κάθε σώμα ακτινοβολεί ενέργεια (θερμότητα) στο χώρο εξαιτίας των ταλαντώσεων των μορίων της επιφάνειάς του. Σε αντίθεση με την ηλιακή ακτινοβολία που είναι μικρού κύματος και εκπέμπεται σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες, η θερμική ακτινοβολία (θερμότητα) είναι μια μεγάλου μήκους κύματος υπέρυθη ακτινοβολία. Η ποσότητα της ακτινοβολίας που εκπέμπει ένα σώμα εξαρτάται βασικά από την θερμοκρασία της επιφάνειας του. Η ίδια καθορίζει και το μήκος κύματος της ακτινοβολίας.

Ένα παθητικό σύστημα θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιεί για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου και τους τρεις τρόπους φυσικής διάδοσης της θερμότητας δηλαδή μέσω στερεών, μέσω αερίων και με ακτινοβολία.

[40]

## 1.6 Περιγραφή των παθητικών ηλιακών συστημάτων

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με παθητικό τρόπο δεν είναι τίποτε άλλο από τον σωστό σχεδιασμό και τη σωστή κατασκευή του κτηρίου σε σχέση με τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες. Ο όρος σύστημα οφείλεται στο ότι η λειτουργία της κάθε τεχνικής στηρίζεται στην οργάνωση δομικών στοιχείων και κατασκευών του κελύφους, ώστε να επιτυγχάνεται η συλλογή της ηλιακής ενέργειας, η αποθήκευση της θερμότητας και η μετάδοσή της στους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Στα παθητικά συστήματα, συγκεκριμένα δομικά στοιχεία του κτηρίου (τοιχοί, δάπεδα, υαλοπίνακες) χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα για την συγκέντρωση και αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας. Η ειδοποιός διαφορά τους από τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχουν κάποιες, άξιες αναφοράς, τεχνικές ή μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Για την θέρμανση ενός χώρου από την ηλιακή ακτινοβολία απαιτείται απλά να μην σκιάζεται η νότια πλευρά του κτηρίου κατά τις ώρες της ηλιοφάνειας. Έτσι, η ηλιακή ακτινοβολία μπαίνει στο κτήριο από μεγάλες επιφάνειες με υαλοστάσια και η θερμότητα αποθηκεύεται στους τοίχους και στα δάπεδα ή σε ειδικές δεξαμενές νερού. Η βάση για έναν τέτοιο σχεδιασμό είναι οι απλοί νόμοι της φυσικής που αφορούν την ακτινοβολία, την απορρόφηση, την αποθήκευση και τη διάδοση της θερμότητας. [4]

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο θερμικής λειτουργίας τους σε:

- **συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους**, στα οποία ανήκουν ο προσανατολισμός και τα ανοίγματα τα προσανατολισμένα στον νότο
- **συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους**, στα οποία ανήκουν οι ηλιακοί τοίχοι, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, και οι ηλιακοί χώροι
- **συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους**, στα οποία ανήκουν οι πρόσθετοι ηλιακοί χώροι ή θερμοκήπια, καθώς και τα λεγόμενα «υβριδικά» συστήματα, στα οποία η συλλεκτήρια επιφάνεια διαχωρίζεται από το κτήριο και για τη μεταφορά της θερμότητας χρησιμοποιούνται απλά μηχανικά μέσα, όπως ανεμιστήρες κ.α.

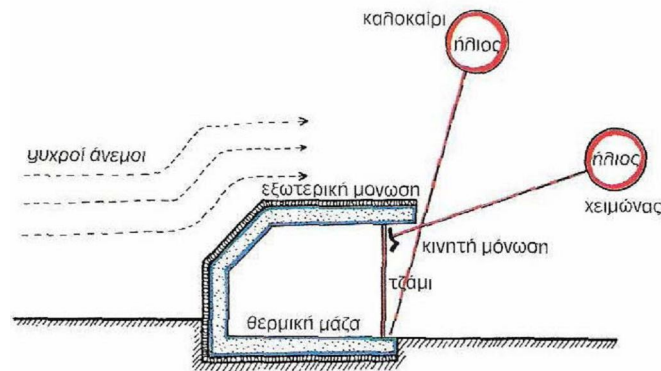


### 1.6.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους

Τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους αποτελούν το πιο απλό σύστημα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Η λειτουργία των συστημάτων αυτών βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου: η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τους υαλοπίνακες, τους οποίους και διαπερνά κατά το μεγαλύτερο μέρος της, μέρος αυτής αποδίδεται σε μορφή θερμότητας άμεσα στον αέρα του χώρου, ενώ μέρος αποθηκεύεται στη μάζα του κτηρίου (τοιχοί, δάπεδα, οροφές, όταν αυτά έχουν επαρκή θερμοχωρητικότητα) και αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση. Στην κατηγορία αυτή των συστημάτων ανήκουν τα προσανατολισμένα στο νότο ανοίγματα. Το διαφανές στοιχείο αποτελεί το απλούστερο σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, αρκεί να είναι προσανατολισμένο προς το νότο (με αποκλίσεις  $\pm 30^\circ$  ανατολικά και δυτικά του νότου). Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν πάντα θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου, ανεξάρτητα με το εάν ο σχεδιασμός τους ανταποκρίνεται στις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Η διαφορά βρίσκεται στο γεγονός ότι ένα συμβατικό κτήριο δεν μπορεί να αποθηκεύσει τη συλλεγείσα θερμότητα, συνεπώς η δυνατότητα αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας είναι περιορισμένη.

Οι παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων με άμεσο κέρδος είναι:

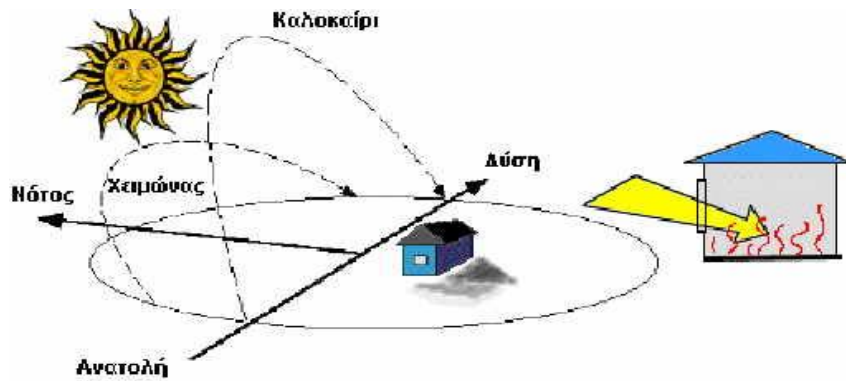
- ο οι διαφανείς επιφάνειες να έχουν νότιο προσανατολισμό
- ο η θερμική μάζα του κτηρίου να είναι επαρκής, έτσι ώστε να απορροφάται και να αποθηκεύεται η θερμότητα που έχει συλλεχθεί
- ο το κέλυφος του κτηρίου να είναι θερμικά προστατευμένο στην εξωτερική πλευρά (θερμομόνωση κελύφους)
- ο ο εξοπλισμός των ανοιγμάτων με νυχτερινή μόνωση, δηλαδή κινητά εξώφυλλα μονωμένα ή έστω με εσωτερική θερμική προστασία.



Εικ. 1.2: Σύστημα άμεσου κέρδους [3]

### 1.6.1.1. Προσανατολισμός

Για την καλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας το κτήριο πρέπει να λειτουργεί σαν ηλιακή «παγίδα». Καθοριστικός παράγοντας, για τη διάρκεια του ηλιασμού και για το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το κτήριο, είναι ο γενικός προσανατολισμός αυτού αλλά και των επιμέρους στοιχείων του (διαφανών και συμπαγών). Η γνώση της ημερήσιας τροχιάς του ήλιου στις διάφορες εποχές του έτους βοηθά στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το σχεδιασμό των κτηρίων και την τοποθέτηση των χώρων σε σχέση με τις απαιτήσεις ηλιασμού και θέρμανσης. Λόγω της ηλιακής τροχιάς, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, ένα κτήριο που αναπτύσσεται κατά μήκος του άξονα Ανατολή-Δύση, έχει μεγαλύτερα ηλιακά οφέλη, αφού προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο, για συλλογή της ηλιακής θερμότητας το χειμώνα. Ενώ παράλληλα, τους θερινούς μήνες η σκίαση της νότιας πλευρά είναι σχετικά ευκολότερη.

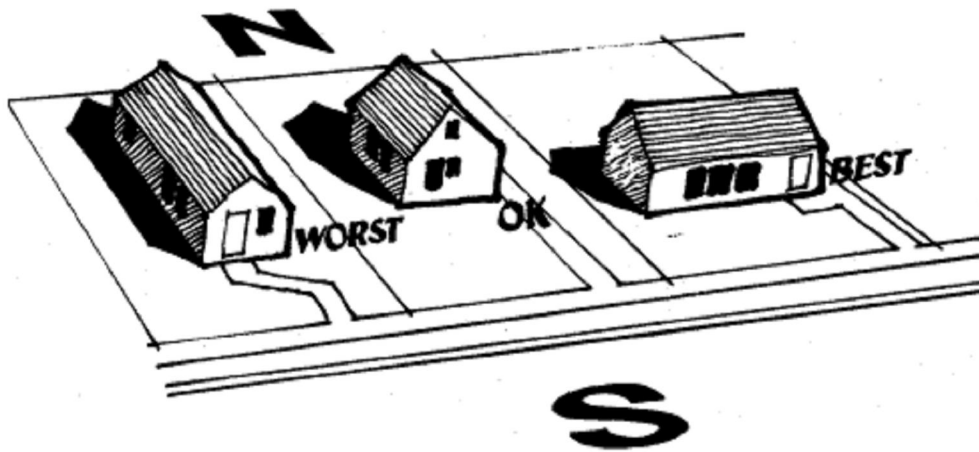


Εικ. 1.3: Βέλτιστος προσανατολισμός κτηρίου [86]

Αναλυτικότερα :

- Μια νότια πρόσοψη δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας-θερμότητας κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους, με τον πιο ευνοϊκό τρόπο. Το χειμώνα, η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά έχει σαν αποτέλεσμα καθετότερη πρόσπτωση της ακτινοβολίας στη νότια πρόσοψη και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Η νότια όψη δέχεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ενέργειας από οποιαδήποτε διαφορετικά προσανατολισμένη επιφάνεια του κτιρίου. Αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα, παρά τη μεγάλη διάρκεια του ηλιασμού της.
- Οι με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό όψεις των κτηρίων δέχονται το μέγιστο του ηλιασμού από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα.
- Οι βορεινές προσόψεις ηλιάζονται μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

Συμπερασματικά, ο νότιος προσανατολισμός είναι ο ιδανικότερος για τη διάταξη των ανοιγμάτων σε ένα κτήριο. Το σχήμα του κτηρίου για τη βέλτιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας πρέπει να είναι επιμηκυμένο κατά τον άξονα Α-Δ (με αποδεκτή μια απόκλιση 30°) [6]

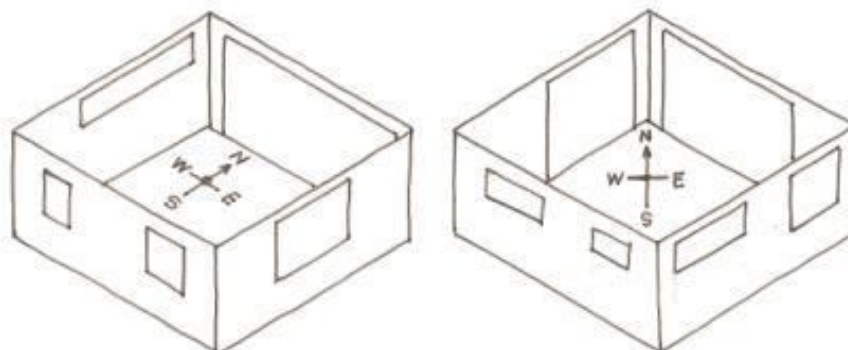


Εικ. 1. 4: Ανάπτυξη κτηρίου στον άξονα Α-Δ συνιστά την καλύτερη λύση

#### 1.6.1.2 Ανοίγματα

Ο προσανατολισμός και το μέγεθος των ανοιγμάτων αποτελούν τον βασικότερο ίσως παράγοντα για τη λειτουργία του κτηρίου ως ηλιακού συλλέκτη. Η σωστά προσανατολισμένη γυάλινη επιφάνεια αποτελεί τον πιο οικονομικό και αποδοτικό ηλιακό συλλέκτη για το κτήριο. Νότια προσανατολισμένες επιφάνειες δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα απ' ότι το καλοκαίρι σε σύγκριση με επιφάνειες με άλλους προσανατολισμούς. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό καθώς βρίσκεται σε φασική συμφωνία με τις απαιτήσεις για θέρμανση του κτηρίου. Συνεπώς συνιστώνται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων στην νότια όψη του κτηρίου, μετρίων στην ανατολική και δυτική όψη (για αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι) και κατά το δυνατόν μικρότερα στη βορεινή (αποφυγή θερμικών απωλειών το χειμώνα). Πιο συγκεκριμένα, συνιστάται κάλυψη της νότιας όψης με ανοίγματα γύρω στο 60% της επιφάνειας. Επίσης τα βόρεια ανοίγματα δίνουν πολύ καλή ποιότητα φωτισμού, καθώς δέχονται μόνο διάχυτο και όχι άμεσο φως. Συνεπώς συνιστάται η χρήση τους για χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως το καλοκαίρι, αλλά πρέπει να είναι περιορισμένης επιφάνειας γιατί παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες και ελάχιστα κέρδη το χειμώνα.

Η απαιτούμενη ηλιοπροστασία για αποφυγή της θερινής υπερθέρμανσης εξασφαλίζεται από τη σκίαση των ανοιγμάτων από σταθερά ή κινητά σκίαστρα.



Εικ. 1.5: Ορθή τοποθέτηση ανοιγμάτων ακόμα και σε κτήριο χωρίς νότιο προσανατολισμό

## 1.6.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Πρόκειται για συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη, και η λειτουργία τους βασίζεται στην αρχή της σταδιακής απόδοσης της θερμότητας. Συγκεκριμένα η ηλιακή ακτινοβολία, δεν εισέρχεται άμεσα στον υπό θέρμανση χώρο, αλλά απορροφάται και αποθηκεύεται, με τη μορφή θερμότητας, από μεγάλης μάζας δομικά στοιχεία. Ο υπό θέρμανση χώρος περικλείεται σε ένα τμήμα του από την θερμοσυσσωρευτική αυτή μάζα έτσι ώστε να υπάρχει μια άμεση, φυσική (και μη ελεγχόμενη) μετάδοση θερμότητας προς αυτόν. Βασικό χαρακτηριστικό των διατάξεων αυτών είναι η χρονική υστέρηση της απόδοσης της θερμότητας στον χώρο από την ώρα που πραγματοποιείται η συλλογή. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων έμμεσης θέρμανσης αποτελούν οι θερμοσυσσωρευτικοί τοίχοι ή στέγες και οι χώροι που συνορεύουν άμεσα με τα προσαρτημένα θερμοκήπια.

### 1.6.2.1 Θερμοσυσσωρευτικοί τοίχοι

Οι θερμοσυσσωρευτικοί τοίχοι αποτελούν πλέον ένα από τα πιο συνήθη παθητικά συστήματα έμμεσου κέρδους. Λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητάς τους

και μέσω της λειτουργίας θερμοκηπίου που προκαλείται παρουσία του υαλοστασίου, αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και θερμαίνουν τον χώρο με την επιθυμητή χρονική υστέρηση.

Χρησιμοποιώντας λοιπόν ως πηγή ενέργειας–θερμότητας τον ήλιο, μπορούμε να αποθηκεύουμε θερμότητα στη θερμική μάζα. Αυτό μπορεί να γίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας φυσικά και τις ώρες της ηλιοθεραπείας. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, που παύει η προσφορά ηλιακής θερμότητας, η θερμική μάζα που έχει ήδη αποθηκεύσει θερμότητα, αρχίζει να αποδίδει μέρος αυτής στον εσωτερικό χώρο (δωμάτια διαβίωσης) με αποτέλεσμα την αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας του. Η αποδοτικότητα ενός θερμοσυσσωρευτικού / θερμοκατανεμητικού τοίχου εξαρτάται από το πάχος, το υλικό, το μέγεθος της επιφάνειάς του και το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας. Υπάρχουν τρεις τύποι θερμοσυσσωρευτικών τοίχων, που παρουσιάζονται εκτενέστερα στη συνέχεια: οι απλοί τοίχοι μάζας, οι τοίχοι Trombe και οι τοίχοι νερού.

#### **1.6.2.1.1 Απλοί τοίχοι μάζας**

Οι τοίχοι μάζας αποτελούνται από έναν τοίχο μεγάλης μάζας κατασκευασμένο με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας όπως το σκυρόδεμα, η πέτρα, τα συμπαγή τούβλα, και ένα υαλοστάσιο το οποίο τοποθετείται σε απόσταση 10-15cm από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου. Ο τοίχος είναι προσανατολισμένος στον νότο και η εξωτερική του πλευρά (αυτή η οποία βλέπει στο νότο) είναι βαμμένη με σκούρο χρώμα έτσι ώστε να μεγιστοποιείται το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται. Ο αέρας που βρίσκεται ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο θερμαίνεται, οπότε αρχίζει και η απορρόφηση της θερμότητας κατ' αρχήν από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου και κατόπιν από την υπόλοιπη μάζα του. Η αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας στη μάζα του τοίχου γίνεται μέσω αγωγιμότητας. Για αρκετές ώρες η θερμότητα μεταφέρεται δια μέσου του τοίχου προς την πίσω επιφάνειά του, όπου φτάνει, και ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο το απόγευμα ή τη νύχτα (επιβραδυντική διαδικασία θέρμανσης). Η ακτινοβολία θερμότητας αρχίζει βέβαια από την στιγμή που η θερμοκρασία του υπό θέρμανση χώρου πέφτει κάτω από την

θερμοκρασία της επιφάνειας του τοίχου. Η καθυστέρηση της απόδοσης της θερμότητας εξαρτάται από την αγωγιμότητα του υλικού και το πάχος του τοίχου.



*Εικ. 1.6: τοίχοι μάζας αισθητικά πλήρως προσαρμοσμένοι στον περιβάλλοντα χώρο [87, 51]*

#### **1.6.2.1.2 Τοίχοι Trombe**

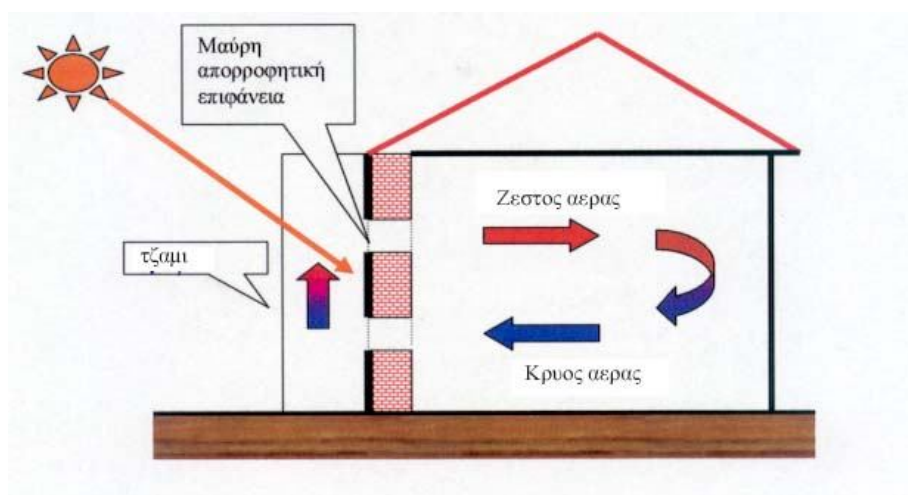
Η ονομασία των τοίχων αυτών οφείλεται στους γάλλους επιστήμονες Trombe και Michel, (του ερευνητικού κέντρου CNRS της Γαλλίας) από τους οποίους μελετήθηκε και εφαρμόστηκε το σύστημα αυτό στα πρώτα ηλιακά σπίτια που κατασκευάστηκαν στο Odeillo της Γαλλίας το 1967. Η λειτουργία των τοίχων Trombe βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας που προκύπτει. Ο τοίχος Trombe μοιάζει πολύ με τον τοίχο μάζας, η ειδοποιός διαφορά του από αυτόν είναι ότι ο τοίχος Trombe διαθέτει ανοίγματα, γεγονός που δημιουργεί ένα σύστημα φυσικού αερισμού, ένα κυκλικό ρεύμα αέρα που θερμαίνει τον χώρο. Ο τοίχος Trombe λοιπόν διαθέτει ανοίγματα στο πάνω και στο κάτω μέρος του με αποτέλεσμα να έχουμε μεταφορά θερμότητας όχι μόνο με αγωγή μέσω του τοίχου, όπως στον απλό τοίχο μάζας, αλλά και με συναγωγή που οφείλεται στο θερμικό ρεύμα που κινείται στο κενό του τοίχου. Στόχος των τοίχων Trombe σε αντίθεση με τους απλούς τοίχους μάζας είναι να κατανέμουν την

θερμότητα άμεσα, ενώ δηλαδή δέχονται ακόμα την ηλιακή ακτινοβολία. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητο να έχουν δύο ειδών ανοίγματα. Τα μεν στο επίπεδο του πατώματος και τα δε στο ύψος της οροφής του υπό θέρμανση χώρου. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο αέρας που βρίσκεται ανάμεσα στον τοίχο και το γυαλί θερμαίνεται από την, προσπίπτουσα στο γυαλί, ηλιακή ακτινοβολία. Ο θερμός αυτός αέρας, κινείται προς τα πάνω, και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο από το επάνω άνοιγμα. Ταυτόχρονα το κενό που δημιουργείται καλύπτει ψυχρότερος αέρας που μπαίνει από το κάτω άνοιγμα, ο οποίος ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Έτσι ο ζεστός αέρας, όχι υψηλής θερμοκρασίας, μπαίνει και ζεσταίνει τον εσωτερικό χώρο, ενώ παράλληλα ένα τμήμα της θερμότητας αποθηκεύεται και στη μάζα του τοίχου. Επειδή κατά τη διάρκεια της νύχτας η λειτουργία του τοίχου προφανώς αντιστρέφεται, τα ανοίγματα κλείνουν με κατάλληλα πετάσματα και η θέρμανση του χώρου συνεχίζεται μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας από τον ζεστό τοίχο. Συνεπώς το βράδυ κλείνοντας τις θυρίδες ο τοίχος λειτουργεί σαν τον κλασσικό τοίχο θερμικής αποθήκευσης αποδίδοντας με ακτινοβολία και έμμεση μεταφορά τη θερμότητα που έχει συγκεντρωθεί στη μάζα του. Σε περιοχές όπου παρατηρούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη χειμερινή περίοδο συνιστώνται διπλοί υαλοπίνακες στο υαλοστάσιο καθώς και νυχτερινή προστασία με κινητά θερμομονωτικά εσωτερικά (στο διάκενο) ή εξωτερικά πετάσματα έτσι ώστε να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες. Τους καλοκαιρινούς μήνες, κλείνει η επάνω θυρίδα και ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω μέρος του (φεγγίτης). Έτσι απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω και αποφεύγεται ο κίνδυνος υπερθέρμανσης. Το καλοκαίρι βασική προϋπόθεση καλής λειτουργίας είναι ο τοίχος να σκιάζεται με σταθερό ή κινούμενο σκίαστρο και ο φεγγίτης στο πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει για να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση του θερμού αέρα. [19,51]

Η σωστή διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων αερισμού και της απόστασης τοίχου-υαλοστασίου είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς επίσης και των διαστάσεων του τοίχου καθώς συντρέχει κίνδυνος να εμφανιστούν φαινόμενα υπερθέρμανσης σε περίπτωση που ο τοίχος είναι πολύ λεπτός ή η επιφάνειά του πολύ μεγάλη. Η όλη ιδέα είναι με σωστή διαστασιολόγηση να καταφέρουμε να θερμαίνουμε ένα χώρο για τη διάρκεια της νύχτας, μόνο με χρήση της θερμικής αδράνειας της θερμικής μάζας. Προφανώς απαιτείται σωστή μελέτη και διαστασιολόγηση ώστε να μην



υπάρχουν προβλήματα απώλειας θερμότητας ή υπερθέρμανσης τα οποία έχουν συχνά παρατηρηθεί σε ελλιπείς μελέτες. [

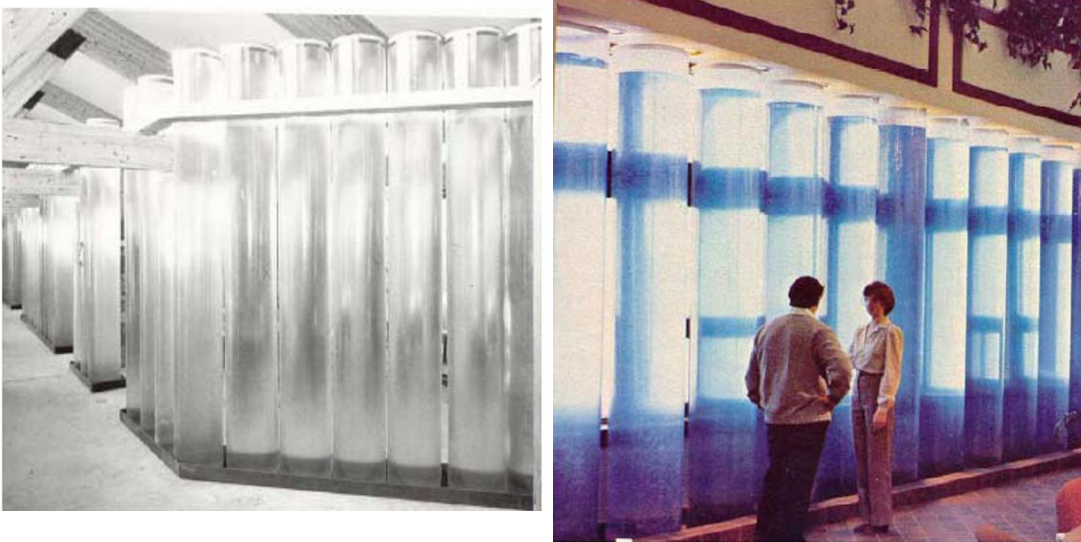


Εικ. 1.7: τοίχος Trombe [88]

### 1.6.2.1.3 Τοίχοι Νερού

Μια παραλλαγή για την αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας είναι η τοποθέτηση δοχείων νερού στην πορεία των ηλιακών ακτινών. Ο τύπος τοίχου που παρουσιάστηκε από τον Steve Baer το 1970 είναι το πιο ενδιαφέρον και χαρακτηριστικό παράδειγμα για αυτή τη λειτουργία. Δοχεία γεμάτα με νερό τοποθετούνται σε κατακόρυφες σειρές πίσω από μια επιφάνεια υαλοπινάκων. Τα δοχεία, που είναι βαμμένα με σκούρο χρώμα για να απορροφάται μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας στην πλευρά που βλέπει προς τον ήλιο, αποθηκεύουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της ηλιοφάνειας και την αποδίδουν στον εσωτερικό χώρο μετά τη δύση του ηλίου. Ο χώρος ανάμεσα στα δοχεία και τα υαλοστάσια επιτρέπει τον άμεσο ηλιασμό και την θέρμανση του εσωτερικού χώρου. Ταυτόχρονα επιτρέπει και την οπτική επαφή με τον εξωτερικό χώρο. Ο άμεσος αυτός ηλιασμός του εσωτερικού χώρου έχει σαν αποτέλεσμα μια γρήγορη θέρμανσή του τις πρώτες πρωινές ώρες, σε αντίθεση με τους θερμοσυσσωρευτικούς τοίχους μάζας στερεού. Η μετάδοση της θερμότητας μέσα στην θερμοσυσσωρευτική μάζα γίνεται και αυτή πιο γρήγορα με την κυκλοφορία του νερού μέσα στα δοχεία. Εκτός αυτού, το νερό έχει

πολύ μεγαλύτερη θερμοχωρητική ικανότητα από την τοιχοποιία. Μειονέκτημα των τοίχων νερού αποτελεί το γεγονός ότι η μάζα του νερού θερμαίνεται ομοιόμορφα και παρουσιάζεται έτσι η ίδια θερμοκρασία και στην εσωτερική και στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου, με αποτέλεσμα να απαιτείται οπωσδήποτε νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά, για να αποφευχθεί η ακτινοβολία θερμότητας προς τα έξω κατά τη διάρκεια της νύχτας. Επίσης υπάρχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης, όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη. Ένα ακόμη μειονέκτημα του είναι ότι δεν επιτρέπει τη διείσδυση του φωτός, τον αερισμό και την οπτική επικοινωνία με τον εξωτερικό χώρο.

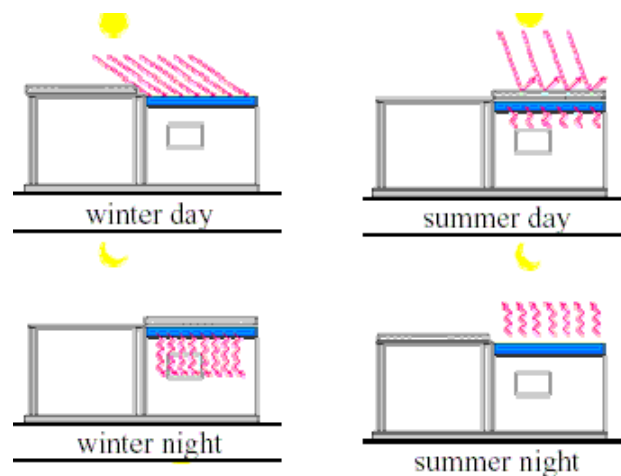


*Εικ. 1.8: εφαρμογές τοίχων νερού*

### **1.6.2.2 Υδάτινη Στέγη (Roof Pond)**

Σαν θερμοσυσσωρευτική μάζα χρησιμοποιούνται πλαστικά δοχεία γεμάτα νερό, που τοποθετούνται πάνω σε μια στέγη σκούρου (μαύρου) χρώματος. Τα δοχεία αυτά είναι δυνατόν να καλύπτονται από κάποια κινητά θερμομονωτικά στοιχεία που ανοίγουν κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας. Τη νύχτα, όταν τα θερμομονωτικά αυτά στοιχεία είναι κλειστά, η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται μέσω της οροφής στους αμέσως από κάτω εσωτερικούς χώρους. Οι τοίχοι μπορούν σε μια τέτοια περίπτωση να λειτουργούν σαν δευτερεύοντα θερμοσυσσωρευτικά στοιχεία. Στο σύστημα αυτό δεν υπάρχει

θέρμανση μέσω της διαδικασίας φυσικού αερισμού, καθώς η κύρια θερμοσυσσωρευτική μάζα και ταυτόχρονα πηγή θερμότητας βρίσκεται στην οροφή, δηλαδή στο υψηλότερο σημείο του προς θέρμανση χώρου. Το σύστημα αποθήκευσης θερμότητας στη στέγη σε δεξαμενή νερού είναι από τα ελάχιστα παθητικά ηλιακά συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη ενός χώρου. Το σύστημα ψύξης λειτουργεί στη βάση του ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, τις νύχτες, ανοίγεται η θερμομόνωση έτσι ώστε να διαφεύγει η θερμική ακτινοβολία προς το εξωτερικό του σπιτιού. Τα κινητά θερμομονωτικά στοιχεία μένουν κλειστά κατά τη διάρκεια της ημέρας έτσι ώστε να μειώνεται η συγκέντρωση της θερμότητας από την ηλιακή ακτινοβολία, ενώ ταυτόχρονα η μάζα του νερού λειτουργεί για την απορρόφηση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται κυρίως για περιοχές όπου παρουσιάζονται μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές κατά την διάρκεια της ημέρας καθώς επίσης και σε περιοχές με γεωγραφικά πλάτη από ΒΓΠ 35° έως ΝΓΠ 35° όπου η τροχιά του ήλιου είναι σε ένα επίπεδο σχεδόν κατακόρυφο (γεγονός που καθιστά τους κατακόρυφους συλλέκτες σχεδόν άχρηστους). Για τους λόγους αυτούς και σε συνδυασμό με το υψηλό του κόστος, το σύστημα αυτό δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην Ελλάδα. Σε ξηρά όμως κλίματα είναι δυνατόν να μειώνεται σημαντικά η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου, σε μέρες με ηλιοφάνεια, κάτω από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος.



Εικ. 1.9: υδάτινη στέγη [89]

### 1.6.2.3. Ηλιακοί χώροι - Θερμοκήπια

Πρόκειται για ένα συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης που μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον εσωτερικό κατοικημένο χώρο. Η χρήση τους είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στην εφαρμογή των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Πρόκειται για κλειστούς συνήθως χώρους που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτηριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτηρίου μέσω ανοιγμάτων ή διαπερνά τον τοίχο. Σε μια τέτοια κατασκευή διατίθενται επιφάνειες υαλοστασίων πολύ μεγαλύτερες από αυτές των συνήθων ανοιγμάτων, για την συγκέντρωση ηλιακής ακτινοβολίας. Συνεπώς συγκεντρώνονται πολύ μεγάλα ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας αλλά αντίστοιχα υπάρχουν και πολύ μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας αν δεν ληφθούν κάποια μέτρα για την μόνωση τους. Οι χώροι αυτοί μπορούν να προστεθούν και εκ των υστέρων σε μια ήδη υπάρχουσα κατασκευή, με όχι ιδιαίτερα υψηλό κόστος. [6]

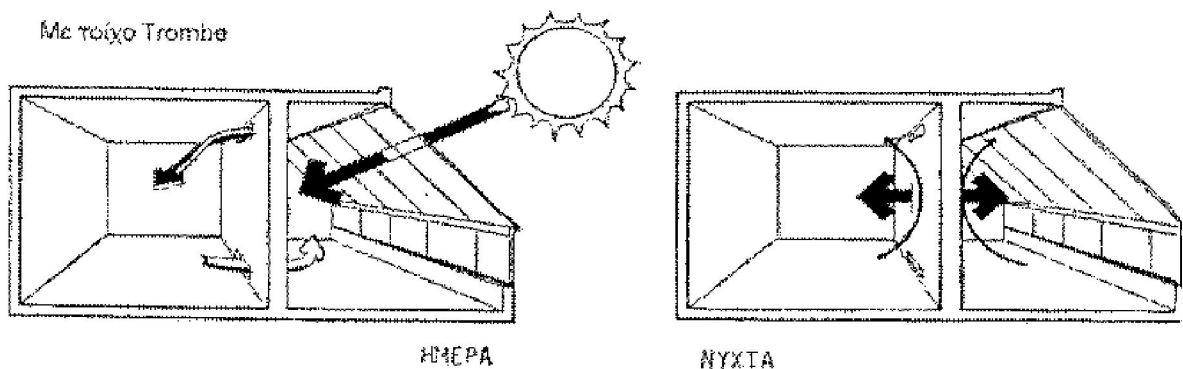
Τα πρόσθετα λιακωτά ή τα ενσωματωμένα στο κτήριο θερμοκήπια αποτελούν αυτοτελείς χώρους που βρίσκονται σε συνεχή ανταλλαγή θερμότητας με τους άμεσα γειτονικούς τους χώρους, λειτουργώντας έτσι σαν ζώνες εξισορρόπησης των θερμοκρασιακών διαφορών. Με την ίδια λογική με τα ανοίγματα και τα υαλοστάσια των χώρων αυτών τοποθετούνται με νότιο προσανατολισμό. Γενικά, προκύπτει ότι για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, η αποδοτικότερη λειτουργία του θερμοκηπίου είναι αυτή κατά την οποία αυτό προσδίδει άμεσα τα ηλιακά του κέρδη στο κτήριο την ημέρα (με άνοιγμα πορτών και παραθύρων προς τους κύριους χώρους), ενώ παραμένει απομονωμένο, με κλειστά τα ανοίγματα, κατά τη διάρκεια της νύχτας. [19]



Εικ. 1.10: θερμοκήπιο σε κατοικία στην Αθήνα

Για την αποφυγή υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο απαιτείται σκιασμός της γυάλινης επιφάνειας του θερμοκηπίου, με εξωτερικά - κατά προτίμηση - κινητά σκίαστρα, με σταθερά στέγαστρα, ή με φυλλοβόλο βλάστηση. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας συνιστάται να μην έχουν διαφανή οροφή, διαφορετικά να έχουν οροφή που να σκιάζεται απόλυτα τους θερινούς μήνες. Επί πλέον, απαιτείται αερισμός του ηλιακού χώρου μέσω των ανοιγμάτων του υαλοστασίου ή με πλήρη απομάκρυνση του υαλοστασίου.

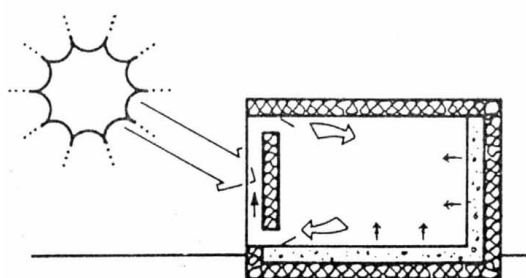
Η απόδοση του συστήματος φυσικά βελτιώνεται αν προβλεφτούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για την κίνηση του αέρα. Η καταγεγραμμένη εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση σε κτήρια κατοικιών από θερμοκήπια κυμαίνεται από 4-28 kWh/m<sup>2</sup> η οποία αντιστοιχεί περίπου σε μείωση φορτίου θέρμανσης κατά 13-29% [51]



Εικ. 1.11: συνδυαστικό σύστημα Ηλιακού χώρου και τοίχου Trombe

#### 1.6.2.4. Θερμοσιφωνικό Πανέλο/Τοίχος Barra-Constantini

Το σύστημα αυτό βασίζεται στην φυσική κίνηση της αέριας μάζας λόγω θερμοκρασιακών διαφορών και στη μορφή του αυτή (τοποθετημένο στη νότια πλευρά ενός κτηρίου) λειτουργεί, όσον αφορά τη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας στο κτήριο, ακριβώς όπως ένας τοίχος Trombe. Η διαφορά είναι ότι ο τοίχος του θερμοσιφωνικού πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομονωτικής (συνήθως μεταλλικής) επικάλυψης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, και όχι με ακτινοβολία. Ο αέρας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο, πάλι μέσω θυρίδων ή αγωγών. Σε αυτό το σύστημα, έχουμε ένα νότιο τοίχο από συμβατικά υλικά (μπετόν, τούβλα κ.λπ.) σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, ο οποίος πρέπει να είναι καλά μονωμένος εξωτερικά. Ένα στοιχείο ηλιακής συλλογής είναι τοποθετημένο μπροστά από τον τοίχο (μεταλλική επιφάνεια). Το χειμώνα, λόγω του μονωμένου τοίχου δεν έχουμε απώλειες θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι αποφεύγουμε ηλιακά κέρδη. Ο ζεστός αέρας, εισρέει από άνω θυρίδες, κυκλοφορεί και διαπερνάει αρχικά οριζοντίως το κτήριο, μέσα από κανάλια ενσωματωμένα στο ταβάνι και έπειτα κυκλοφορεί γύρω από τοίχους και το πάτωμα, πριν επιστρέψει προς τα έξω μέσω των κάτω θυρίδων. Κατά αυτόν τον τρόπο θερμαίνονται ακόμα και τα βορεινά δωμάτια. Έτσι έχουμε καλή διανομή θερμότητας σε όλο το κτήριο. Αντίστοιχα, κατά την θερινή περίοδο, ο κρύος νυχτερινός αέρας μπορεί να εισέλθει μέσω των κάτω θυρίδων, παρέχοντας δροσισμό. [90,51,19]



Εικ. 1.12: Τοίχος barra-costantini [90]



### 1.6.3 Συστήματα απομονωμένου κέρδους

Στην πραγματικότητα πρόκειται για συστήματα έμμεσου κέρδους, με τη διαφορά ότι εδώ υπάρχει σαφής θερμικός διαχωρισμός (είτε με θερμομόνωση, είτε με κάποιο διαχωριστικό δομικό στοιχείο) μεταξύ της επιφάνειας συλλογής και της θερμικής αποθήκευσης. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί χώροι (θερμοκήπια), τα ηλιακά αίθρια και το θερμοσιφωνικό πανέλο, όταν δεν είναι σε άμεση ανταλλαγή θερμότητας με τον υπό θέρμανση χώρο.

#### 1.6.3.1 Θερμοκήπιο

Το απομονωμένου κέρδους θερμοκήπιο λειτουργεί ακριβώς με την ίδια λογική με το θερμοκήπιο και τους ηλιακούς χώρους που είδαμε στα συστήματα έμμεσου κέρδους. Με μόνη διαφορά πως εδώ υπάρχει πλέον σαφής θερμικός διαχωρισμός ανάμεσα στο θερμοκήπιο (το χώρο συλλογής της ηλιακής ενέργειας) και τον ή τους υπό θέρμανση χώρους.

#### 1.6.3.2 Ηλιακό αίθριο

Τα ηλιακά αίθρια είναι εσωτερικοί χώροι του κτηρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια. Ο αιθριακός χώρος ενός κτηρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια αποτελεί ένα άλλο σύστημα απομονωμένου κέρδους (όσον αφορά το εσωτερικό του κτηρίου), το ηλιακό αίθριο. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον



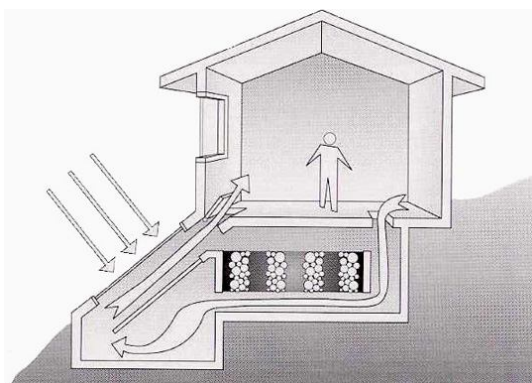
Εικ. 1.13: Αίθρια στο Μουσείο του Λούβρου (αριστερά) και στο Μουσείο Ορσέ (δεξιά), Παρίσι

εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτηρίου ή των κτηρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία.

Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αιθρίου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.

### 1.6.3.3 Θερμοσιφωνικό πάνελο εκτός του κτηριακού περιβλήματος

Το απομονωμένο θερμοσιφωνικό πάνελο λειτουργεί όπως και το θερμοσιφωνικό πάνελο που είναι προσαρτημένο στη όψη του κτηρίου, βρίσκεται όμως εκτός του κτηριακού περιβλήματος. Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτηρίου με κλίση 40° περίπου. Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή, είτε απ' ευθείας στους χώρους του κτηρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους υπό θέρμανση χώρους.



Εικ. 1.15: Θερμοσιφωνικό πάνελο εκτός του κτηριακού περιβλήματος [51]

Όλα τα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτηρίου,



η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

## **1.7 Συστήματα Φυσικού Δροσισμού και Σκίασης**

Η μελέτη των συστημάτων φυσικού δροσισμού και σκίασης έχει ως βασικό ζητούμενό της την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτηρίων, όπως άλλωστε ισχύει αντίστοιχα και με τη μελέτη των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Σημερινά, γνωστά σε όλους, πραγματικά δεδομένα, που οφείλονται στο πλανητικό φαινόμενο των κλιματικών αλλαγών ή που σχετίζονται με ειδικότερα προβλήματα ορισμένων περιοχών και, κυρίως, των μεγαλουπόλεων, έχουν καταστήσει επιτακτική τη μελέτη αυτή.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει οδηγήσει σε τεράστια αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτηρίων κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η ετήσια ενεργειακή ανάγκη για ψύξη είναι δύο ή και τέσσερις φορές πάνω από την αντίστοιχη ανάγκη για θέρμανση. Αυτή όμως η απαιτούμενη ενέργεια ψύξης είναι ακόμη μεγαλύτερη στα κέντρα των μεγαλουπόλεων λόγω διαφόρων παραγόντων όπως το φαινόμενο της «θερμικής νησίδας». Στην Αθήνα, επί παραδείγματι, ο δροσισμός ενός κτηρίου απαιτεί διπλάσια ενέργεια από εκείνη που απαιτεί ένα ανάλογο κτήριο στην περιφέρεια της πόλης. Δεν είναι καθόλου παράδοξη επομένως η ραγδαία αύξηση, τα τελευταία χρόνια, της αγοράς κλιματιστικών μηχανημάτων στην Ελλάδα αλλά και σε άλλες χώρες, που παρουσιάζουν εξίσου υψηλές θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες. Κάθε τεχνικό επίτευγμα όμως και κάθε τεχνική λύση, όπως γνωρίζουμε από την ιστορία της τεχνολογίας, δημιουργούν με τη σειρά τους νέα προβλήματα: η ευρεία, ενίοτε και αλόγιστη, χρήση κλιματιστικών οδηγεί σε αδυναμία κάλυψης των απαιτήσεων ηλεκτρικού ρεύματος, δηλαδή σε μπλακάουτ (με ό,τι αυτό συνεπάγεται), και σε πληθώρα προβλημάτων ρύπανσης του αέρα (μέσα και έξω από το κτήριο). Χαρακτηριστικό παράδειγμα εσωτερικής ρύπανσης αποτελεί το σύνδρομο

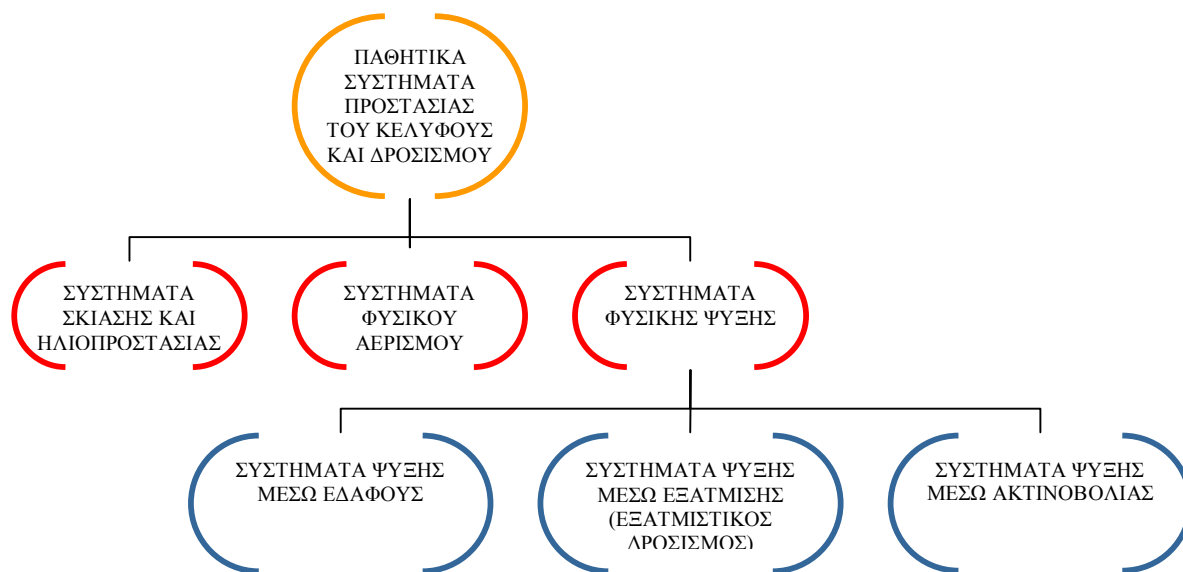
του «άρρωστου κτηρίου» (sick building), με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των χρηστών του (αναπνευστικά προβλήματα, πονοκέφαλοι, ζαλάδες, κ.λπ., οφείλονται σε μεγάλο βαθμό, σύμφωνα με ιατρικές έρευνες, στη ρύπανση του αέρα του κτηρίου).  
[30]

Επομένως, για να επιτευχθούν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, οι επιθυμητές συνθήκες θερμικής άνεσης στο κτήριο χωρίς (ή με μειωμένη) χρήση κλιματιστικών συσκευών είναι αναγκαίο να υπάρχουν τα κατάλληλα συστήματα σκίασης, έτσι ώστε να μειωθεί η εισερχόμενη στο κτήριο ηλιακή ακτινοβολία και κατά συνέπεια να αποφευχθεί η ανεπιθύμητη υπερθέρμανση, καθώς επίσης και τα απαραίτητα συστήματα δροσισμού για να περιοριστεί κατά το δυνατόν περισσότερο το φορτίο ψύξης.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες τεχνικών παθητικού δροσισμού. Η πρώτη περιλαμβάνει όλες τις τεχνικές εκείνες που προστατεύουν το κτήριο από την υπερθέρμανση ήδη από το σχεδιασμό (συστήματα ηλιοπροστασίας, φύτευση) και η δεύτερη αυτές που απορρίπτουν την πλεονάζουσα θερμότητα σε έναν αποδέκτη του περιβάλλοντος (έδαφος, ουρανός).

Οι ακτίνες του ήλιου, η διείσδυση του θερμού εξωτερικού αέρα στο κτήριο και τα εσωτερικά κέρδη από τις δραστηριότητες των ενοίκων και τις συσκευές μπορεί να οδηγήσουν σε μη αποδεκτές συνθήκες. Για να επιτευχθεί μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία λοιπόν, πρέπει να ληφθούν μια σειρά από μέτρα όπως :

- **Ηλιοπροστασία**, με κατάλληλο σκιασμό, ώστε να προλαμβάνονται οι ακτίνες του ήλιου από τη διείσδυση τους στον εσωτερικό χώρο και με τη φύτευση βλάστησης στο περιβάλλοντα χώρο και στα δώματα
- **Φυσικός Αερισμός**, προκειμένου να αποβάλλεται ο ανεπιθύμητος θερμός αέρας και να αντικαθίσταται από καθαρό εξωτερικό
- **Φυσική ψύξη και δροσισμός**, για να μεταφέρεται η περίσσεια θερμότητας από το κτήριο προς το περιβάλλον



Εικ. 1.16: Παθητικά συστήματα ηλιοπροστασίας και δροσίσμού

### 1.7.1 Συστήματα σκίασης και ηλιοπροστασίας

Σε ορισμένες περιόδους του έτους σε ήπια και θερμά κλίματα (όπως αυτό της Ελλάδας), τα ηλιακά κέρδη από τα υαλοστάσια μπορεί να είναι υπερβολικά, δημιουργώντας ανεπιθύμητες αυξήσεις θερμοκρασίας στο εσωτερικό των κτηρίων. Η κατάσταση αυτή μπορεί να ελεγχθεί με παρεμπόδιση των ηλιακών ακτινών από το να φτάσουν στον εσωτερικό χώρο. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνιμα, κινητά ή εποχιακά συστήματα σκίασης, εσωτερικά ή εξωτερικά. Υπάρχει μεγάλο εύρος συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτηρίου, από τα πιο απλά, όπως είναι η χρήση εξωτερικής βλάστησης (κατά προτίμηση φυλλοβόλα δέντρα) μέχρι πιο σύνθετα συστήματα όπως το φράγμα ακτινοβολίας και οι ειδικοί υαλοπίνακες.

### 1.7.1.1 Σκίαση

Η σκίαση των ανοιγμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζει την ελάχιστη δυνατόν εισερχόμενη ακτινοβολία το καλοκαίρι, χωρίς όμως να περιορίζει τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέας. Καθώς επίσης πρέπει να μην εμποδίζει τον απαραίτητο ηλιασμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Στα νότια προσανατολισμένα ανοίγματα, επί παραδείγματι, λόγω της τροχιάς του ήλιου (πιο ψηλά στον ορίζοντα) ελαχιστοποιείται εύκολα η εισερχόμενη ηλιακή ακτινοβολία με ένα απλό οριζόντιο σκιάστρο.

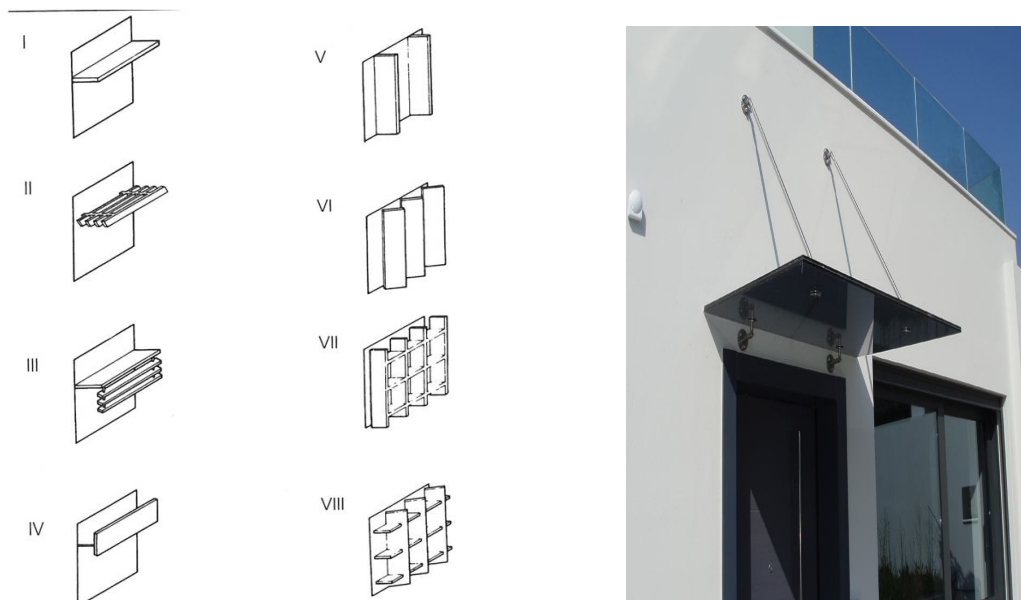
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΕΡΟΣ ΤΥΠΟΣ ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
Νότιος	Σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκιάστρα τοποθετημένα οριζόντια πάνω από το άνοιγμα
Ανατολικός και Δυτικός	Ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων
Νοτιοανατολικός και Νοτιοδυτικός	Ρυθμιζόμενη σκίαση
Βορειοανατολικός και Βορειοδυτικός	Φύτευση βλάστησης

Εικ. 1.17: Προτεινόμενος τύπος ηλιοπροστασίας ανάλογα με τον προσανατολισμό του ανοίγματος

#### ο Σταθερή

Ένας οριζόντιος πρόβολος πάνω από ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει στο χειμερινό ήλιο, που βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα να περάσει στο εσωτερικό του κτηρίου, ενώ το καλοκαίρι τον εμποδίζει. Το μέγεθος του προβόλου αυτού εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του σημείου που βρίσκεται το κτήριο. Για την Αθήνα, για παράδειγμα, καλές αναλογίες προβόλου είναι αυτές για τις οποίες η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της εξωτερικής πλευράς του σκιάστρου και του κατωφλιού του ανοίγματος είναι 55-60°. Οι πρόβολοι που εκτείνονται δεξιά και αριστερά των ανοιγμάτων είναι πιο αποτελεσματικοί από πρόβολους που καλύπτουν

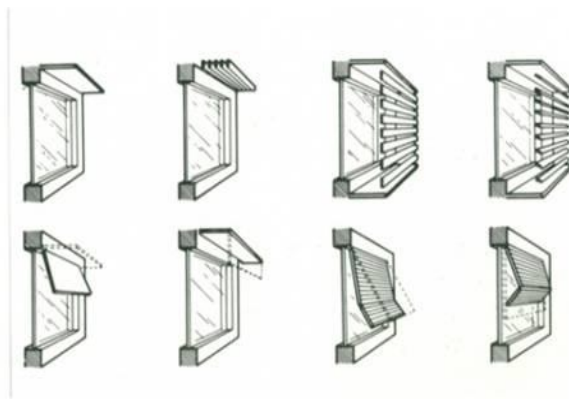
μόνο το πλάτος του παραθύρου. Ένα οριζόντιο σκίαστρο δεν μπορεί να ανακόψει τις ηλιακές ακτίνες που έρχονται χαμηλά από την κατεύθυνση της ανατολής ή της δύσης κατά τη διάρκεια το καλοκαιριού. Για το λόγο αυτό, στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα προτιμώνται τα, μόνιμα ή κινητά, κατακόρυφα σκίαστρα.



Εικ. 1. 18: Σταθερά σκίαστρα [37]

### ο Ρυθμιζόμενη

Τα σκίαστρα αυτά έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στην εναλλαγή των συνθηκών, μπορούν να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Υπάρχουν εσωτερικά και εξωτερικά ρυθμιζόμενα σκίαστρα, κάθετα ή οριζόντια. Στα κινητά εξωτερικά σκίαστρα ανήκουν εν γένει οι μεταλλικές περσίδες (οριζόντιες για τα νότια ανοίγματα , κατακόρυφες για δυτικά/ανατολικά), οι τέντες και τα παντζούρια. Τα εσωτερικά κινητά σκίαστρα περιλαμβάνουν τα στόρια, τα ενετικά στόρια, τις κουρτίνες, και μπορούν να συμβάλλουν και στη θερμομόνωση κατά τη διάρκεια του χειμώνα.



Εικ. 1.19: Τύποι κινητών σκιάστρων [37]

Κατά την επιλογή του σκιάστρου πρέπει να λαμβάνονται φυσικά υπόψη τα οπτικά χαρακτηριστικά τους, τα οποία καθορίζουν και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλούν, απορροφούν και, τελικά, αφήνουν να περάσει, καθώς και η συμβολή τους στα θέματα του φυσικού φωτισμού, θέας και αερισμού. Για οικονομικοτεχνικούς λόγους συνήθως είναι προτιμότερα εσωτερικά σκιάστρα, όπως ενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, κ.λπ., ή και συνδυασμός εξωτερικής σταθερής σκίασης με εσωτερική κινητή. Επί πλέον, υπάρχουν σκιάστρα, συνήθως περσίδες, εσωτερικά του συστήματος του παραθύρου, ενδιάμεσα από διπλούς υαλοπίνακες, επιτρέποντας έτσι τη διατήρηση των χαρακτηριστικών του εξωτερικού πετάσματος αποφεύγοντας τα προβλήματα συντήρησης.

Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτήρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά ενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτίνων προς την οροφή). Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού), δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα.

### **1.7.1.2 Σκίαση από δέντρα και γύρω κτήρια**

Ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ηλιοπροστασίας του κτηρίου και των ανοιγμάτων του είναι και η χρήση βλάστησης είτε με κατάλληλα φυτεμένα φυλλοβόλα ή αιθαλή δέντρα, είτε με άλλα φυτά σε κατάλληλες θέσεις (πέργκολες, μπαλκόνια, κ.λπ.). Τα φυλλοβόλα δέντρα αποτελούν ιδανική λύση, καθότι το χειμώνα επιτρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία να διέλθει από τα υαλοστάσια (τα κλαδιά τους είναι γυμνά) ενώ παρέχουν προοδευτικά μεγαλύτερη ηλιοπροστασία από την άνοιξη και μετά (όποτε τα φύλλα μεγαλώνουν) μέχρι το φθινόπωρο. Ιδιαίτερα ωφέλιμη είναι η σκίαση που παρέχουν τα δέντρα (είτε αιθαλή είτε φυλλοβόλα) σε ανοίγματα με ανατολικό ή/και δυτικό προσανατολισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα γυμνό δέντρο παρεμποδίζει τις ακτίνες του ηλίου περίπου κατά 20-40%. [15]

Εκτός, όμως, από τη σκίαση του κτηρίου, η βλάστηση έχει την ιδιότητα να παρέχει δροσισμό από την εξάτμιση μέσω των φυλλωμάτων και συχνά, να εμποδίζει ή να κατευθύνει τους ανέμους προς ή από το κτήριο κατά το δοκούν, συντελώντας έτσι στο φυσικό δροσισμό και τη θερμική προστασία του. Τέλος, η βλάστηση συντελεί στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος με αποτέλεσμα να περιορίζεται η θερμική επιβάρυνση του κτηρίου κατά τις θερμές περιόδους, αλλά και να δημιουργείται ευχάριστη ατμόσφαιρα γύρω από το κτήριο.

Σκίαση μπορεί επίσης να δημιουργηθεί και από τα γειτονικά κτήρια. Αυτό εφαρμόζεται συνήθως σε θερμά ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις σχεδιάστηκαν και χτίστηκαν σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, έτσι ώστε όλα τα κτήρια να σκιάζονται σε κάποιο βαθμό από τα άλλα.

Σκιά επίσης δημιουργείται συχνά και από την τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης. Η σκιά αυτή που εξασφαλίζεται επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό και την κλίση του εδάφους.

### **1.7.1.3 Ειδικό Υαλοπίνακες**

Στα παράθυρα που είναι δύσκολο να σκιαστούν, οι ειδικοί υαλοπίνακες μπορεί να φανούν χρήσιμοι, αφού εμποδίζουν τα ανεπιθύμητα ηλιακά κέρδη ενώ επιτρέπουν τη θέα και το φως. Υπάρχουν διάφορα είδη τέτοιων υαλοπινάκων: έγχρωμοι, απορροφητικοί, ανακλαστικοί, ημιδιαφανείς, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί κ.ά. με

μεγάλη ποικιλία θερμικών και οπτικών ιδιοτήτων, κατάλληλοι για εφαρμογή σε κτήρια διαφόρων τύπων.

- **Απορροφητικοί** : περιορίζουν την διαπερατότητα της ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα, και αυξάνουν την επανεκπομπή προς το εξωτερικό του κτηρίου.
- **Ανακλαστικοί** : καλύπτονται από λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου το οποίο είναι έντονα ανακλαστικό. Το μειονέκτημά τους, σε αντίθεση με τα απορροφητικά τζάμια, είναι ότι μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτήρια.
- **Χαμηλής εκπομπής (low-e)** : είναι σχεδόν αδιαπέρατοι από την υπέρυθη ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από γειτονικά κτήρια). Σε θερμά κλίματα, αντανάκλαται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος αλλά επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας, ενώ σε ψυχρά η θερμή ακτινοβολία αντανάκλαται προς το εσωτερικό του κτηρίου.
- **Έγχρωμοι** : λόγω της χημικής επεξεργασίας που έχουν υποστεί, παρουσιάζουν μειωμένη θερμοπερατότητα και φωτοδιαπερατότητα.
- **Φωτοχρωμικοί / θερμοχρωμικοί / ηλεκτροχρωμικοί** : τροποποιούν τις ηλιακές ακτίνες καθώς αυτές εισέρχονται. Οι οπτικές ιδιότητες των φωτοχρωμικών υαλοπινάκων μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της, προσπίπτουσας σε αυτούς, ηλιακής ακτινοβολίας. Οι θερμοχρωμικοί, μετατρέπονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμους, με την αύξηση της θερμοκρασίας. Ενώ στου ηλεκτροχρωμικούς υαλοπίνακες τα χαρακτηριστικά μεταβάλλονται με την διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων** : μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς με την εφαρμογή τάσης.
- **Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες**: Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτήρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους. [51]



Απορροφητικά ή ανακλαστικά τζάμια συστήνονται κυρίως για ανατολικά και δυτικά παράθυρα.

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτηρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος (κόστος-όφελος, χρόνος απόσβεσης). Ιδιαίτερη προσοχή κατά την επιλογή απαιτείται ώστε τα θερμικά και οπτικά χαρακτηριστικά του υαλοπίνακα, τα οποία θα επιλεγούν με κριτήριο τη συμπεριφορά του στη θέρμανση και στο δροσισμό του κτηρίου, να εξασφαλίζουν, μαζί με το συνολικό σχεδιασμό των ανοιγμάτων και τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό των χώρων. [51]

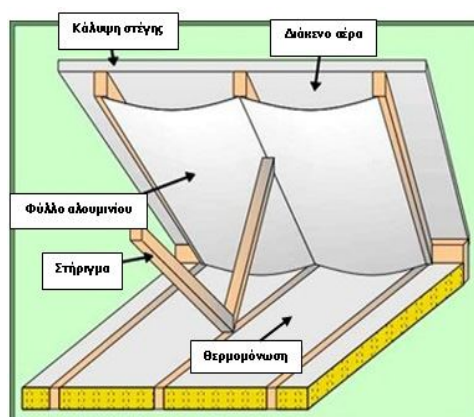
#### **1.7.1.4 Ανακλαστικά επιχρίσματα**

Βασική τεχνική, εκτός από τη σκίαση, για την ηλιοπροστασία του κελύφους του κτηρίου, είναι η αύξηση της ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ανακλαστικών (ανοιχτόχρωμων) επιχρισμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων, η οποία μειώνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το κτηριακό κέλυφος και συνεπώς, τη θερμική επιβάρυνση του κτηρίου τους θερμούς μήνες. Είναι αξιοσημείωτο το ότι η μείωση του ψυκτικού φορτίου μπορεί να φτάσει το 25%, βάφοντας απλώς τις σκουρόχρωμες επιφάνειες των εξωτερικών όψεων ή του δώματος, με ανοιχτά χρώματα. [51,54]

#### **1.7.1.5 Φράγμα ακτινοβολίας**

Το φράγμα ακτινοβολίας (radiant barrier) είναι τεχνική που μειώνει την ηλιακή ενέργεια η οποία διαπερνά την οροφή, με αποτέλεσμα να συνεισφέρει στη θερμική προστασία του κτηρίου τόσο τους καλοκαιρινούς μήνες όσο και κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Αποτελείται από υψηλά ανακλαστικά υλικά, συνήθως από λεπτά φύλλα αλουμινίου, τα οποία τοποθετούνται κάτω από τη στέγη. Τα φύλλα αυτά έχουν υψηλό συντελεστή εκπομπής και ανακλαστικότητας με αποτέλεσμα να διαπερνώνται από ελάχιστα μόνο ποσοστά ακτινοβολίας. Έτσι η θερμική ακτινοβολία που απορροφάται από τη στέγη δεν εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο. Όταν εξασφαλίζεται διαμπερής αερισμός της στέγης, η θερμότητα του φράγματος ακτινοβολίας μεταφέρεται στο

εξωτερικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα την αποφυγή της υπερθέρμανσης του αλουμινίου και την πιο αποδοτική λειτουργία του συστήματος.



Εικ. 1.20: φράγμα ακτινοβολίας [51]

#### 1.7.1.6 Βλάστηση / Φυτεμένα δώματα

Οι φυτεμένες οροφές αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης, το οποίο αναπτύσσεται σε ειδικά διαμορφωμένο επίπεδο, συνήθως επάνω σε μια επίπεδη οροφή (δώμα). Το φυτεμένο δώμα αποτελεί μέσο θερμικής μόνωσης του κτηρίου, λόγω των υλικών από τα οποία αποτελείται (χώμα ικανού πάχους και αέρας που εγκλωβίζεται μεταξύ των φυλλωμάτων των φυτών). Θα πρέπει, βέβαια, να συνδυάζεται με κατάλληλα θερμομονωμένη και υγραμονωμένη κατασκευή της οροφής. [51,60,61,]



Εικ. 1.21: παραδείγματα φυτεμένων δώματων [91]

Το καλοκαίρι, το φυτεμένο δώμα εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στο κτηριακό κέλυφος, μέσω της σκιάς που δημιουργούν τα φυτά στην επιφάνειά του. Πρακτικά μπορούμε να πούμε ότι μηδενίζει την επίδραση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτηρίου, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή θερμικής επιβάρυνσής του. Τέλος, τα φυτά μέσω της εξάτμισης από τα φύλλα τους (εξατμισοδιαπνοή), συνεισφέρουν στην εξατμιστική ψύξη της οροφής. Εν γένει το φυτεμένο δώμα συνεισφέρει στη δημιουργία ήπιων συνθηκών στους χώρους πάνω από τους οποίους τοποθετείται. Πειραματικές μετρήσεις έχουν δείξει ότι η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δεντροφυτεμένων και δομημένων περιοχών μπορεί να φτάσει μέχρι και 5°C. Τόσο η κατασκευή του, όσο και η επιλογή των φυτών πρέπει να εξαρτάται από το είδος της οροφής, αλλά και από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. [92]

Αναμφισβήτητα, οι πράσινες στέγες προσφέρουν αισθητικά, οικολογικά και λειτουργικά πλεονεκτήματα και αποτελούν μια σύγχρονη εφαρμογή περιβαλλοντικού σχεδιασμού με σημαντικά τεχνοοικονομικά οφέλη.

### **1.7.2 Φυσικός Αερισμός**

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από τα κτήρια κατά τους θερινούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Αποτελεί τη σημαντικότερη και συνηθέστερη μέθοδο φυσικού δροσισμού, εφόσον γίνεται με τον κατάλληλο τρόπο. Ο αερισμός παρέχει ψύξη στα κτήρια χρησιμοποιώντας την κίνηση του αέρα για την απομάκρυνση της θερμότητας από αυτά. Η κίνηση του αέρα μπορεί να οφείλεται είτε σε φυσικές δυνάμεις είτε σε μηχανική δύναμη. Η μορφή της ροής του αέρα είναι αποτέλεσμα των διαφορών πίεσης που δημιουργούνται μέσα στο κτήριο αλλά και γύρω από αυτό. Η κίνηση του αέρα γίνεται από τις περιοχές υψηλής στις περιοχές χαμηλής πίεσης.

Με το φυσικό δροσισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

- Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν (εξωτερική θερμοκρασία χαμηλότερη της εσωτερικής)
- Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου (όταν αυτά αποτελούνται από επαρκή θερμική μάζα)
- Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα (μέσω εξάτμισης από την επιφάνεια του δέρματος), με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.

Προϋπόθεση για να είναι αποτελεσματικές οι διαδικασίες αυτές του φυσικού αερισμού είναι η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος να είναι χαμηλότερη από 85%. Εν γένει ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

1. Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων
2. Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού)
3. Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα

Ο φυσικός αερισμός των κτηρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75 με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία στα κτήρια), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους. [51,52]

#### **1.7.2.1. Διαμπερής Αερισμός**

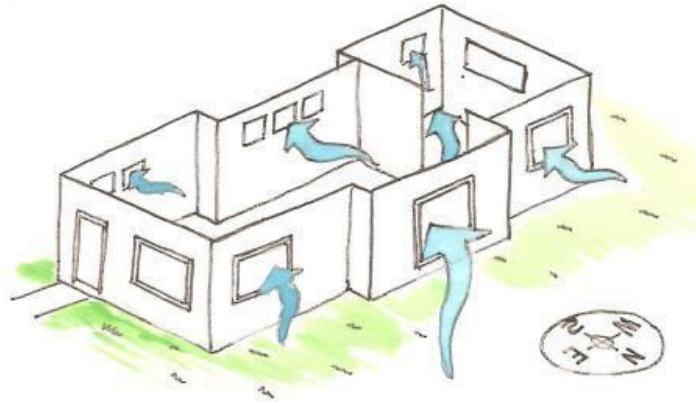
Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος του κτηρίου και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.

Ο διαμπερής αερισμός εξαρτάται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτηρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους.

Η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε περισσότερους από έναν τοίχους και μάλιστα αντικριστούς είναι προτιμότερη καθώς έτσι δημιουργείται αερισμός σε όλο το χώρο. Καλύτερες συνθήκες αερισμού και κατά συνέπεια φυσικής ψύξης επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, γιατί αφενός μια πιο ομοιόμορφη κατανομή του ρεύματος του αέρα και αφετέρου δροσισμό όλου του χώρου. Σε σχέση με το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα, σχετικές έρευνες έχουν δείξει ότι τα μεγέθη εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου τα ίδια, αρκεί η θέση τους στην τομή να μην βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο.

Επίσης, η διάταξη των εσωτερικών τοίχων μπορεί να συμβάλλει στην αλλαγή κατεύθυνσης του ρεύματος του αέρα μέσα στο χώρο, αρκεί να μην δημιουργούνται μεγάλες ταχύτητες. Τέλος η θέση του κτηρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει τα εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή και ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτήριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτήριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια κυρίως του καλοκαιριού, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός είναι αδύνατος. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτηρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειές του με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνσή του την επόμενη μέρα. [30]



Εικ. 1.23: διαμπερήσ αερισμός σε συνδυασμό με κατάλληλη διάταξη και προσανατολισμό ανοιγμάτων [65]

### 1.7.2.2 Κατακόρυφος Αερισμός - Ανεμόπυργοι

Η λειτουργία των ανεμόπυργων βασίζεται στην αξιοποίηση της δύναμης του ανέμου για τη δημιουργία κίνησης του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου. Το άνοιγμα εισόδου βρίσκεται στην προσήνεμο πλευρά (ανάντη πλευρά), παγιδεύει τον αέρα και τον οδηγεί διαμέσου της καμινάδας προς τα κατάντη. Ο αέρας εξέρχεται από ανοίγματα στην κατάντη πλευρά του κτηρίου. Η ροή του ανέμου αυξάνεται με τον ψυχρό νυχτερινό αέρα.

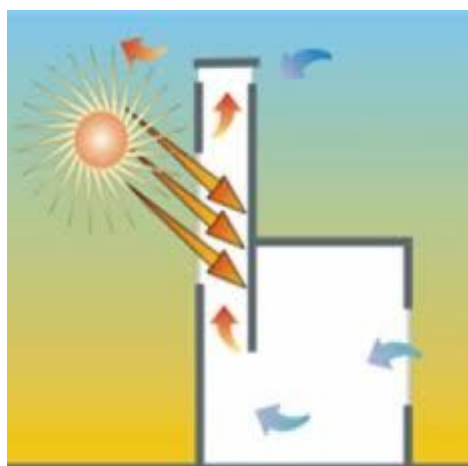
Καμινάδες αερισμού μπορεί να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτηρίων. Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτηρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.



Εικ. 1.24: ανεμόπυργοι [51]

### 1.7.2.3 Κατακόρυφος Ενισχυμένος Αερισμός – Ηλιακή Καμινάδα

Πρόκειται για την κατασκευή καμινάδας, η οποία φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της ( με απόκλιση  $\pm 30^\circ$  N) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (κάτι σαν έναν μικρό ηλιακό τοίχο) και περσίδες στο άνω τμήμα της πλευράς αυτής . Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi (αναλύεται παρακάτω) και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται και ανεβαίνει προς τα πάνω και αντικαθίσταται από αέρα του σπιτιού. Έτσι επιτυγχάνεται διαρκής ανανέωση του εσωτερικού αέρα. Γενικά συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο. Το πλεονέκτημα της ηλιακής καμινάδας έναντι του ανεμόπυργου είναι ότι η ηλιακή καμινάδα δεν εξαρτάται από τον άνεμο και συνεπώς μπορεί να εφαρμοσθεί σε καλοκαιρινές ζεστές, μέρες με άπνοια, οπότε και χρειάζεται περισσότερο ο αερισμός. Επιπροσθέτως, η κίνηση του αέρα είναι σχετικά σταθερή και ελεγχόμενη σε σχέση με τις διακυμάνσεις ενός ανέμου.



Εικ. 1. 25: ηλιακή καμινάδα [51]

### **Φαινόμενο Venturi**

Για να προκληθεί κυκλοφορία σε συγκεκριμένη κατεύθυνση μπορεί να γίνει χρήση αυτού του φαινομένου. Ο αέρας υποχρεώνεται να κινηθεί από ένα περιορισμένο τμήμα του κτηρίου, όπου η ταχύτητα αυξάνεται και μειώνεται ανάλογα η πίεση του. Η μειωμένη αυτή πίεση δημιουργεί ένα ρεύμα αέρα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οδηγήσει το θερμό αέρα από το κτήριο. [15]

### **Φαινόμενο Καμινάδας**

Το φαινόμενο της καμινάδας μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα κτήριο, με ανοίγματα στην κορυφή και στην βάση του. Ο θερμός αέρας ανέρχεται και διαφεύγει προς τα έξω από την κορυφή και ο φρέσκος ψυχρός θα εισέλθει διαμέσου των ανοιγμάτων στη βάση. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο. Δύο κύριες μορφές του φαινομένου της καμινάδας αποτελούν ο πύργος αερισμού και η ηλιακή καμινάδα, που παρουσιάστηκαν παραπάνω. [15]

### **1.7.3 Ψύξη Μέσω του Εδάφους**

Η λειτουργία των συστημάτων αυτών βασίζεται στην απλή λογική ότι η θερμοκρασία του εδάφους, σε μικρά σχετικά βάθη από την επιφάνεια, είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος. Σε αντίθεση με τις διακυμάνσεις που παρουσιάζει η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η θερμοκρασία του εδάφους παραμένει σχετικά σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι θερμοκρασίες του εδάφους στον ελλαδικό χώρο κυμαίνονται κατά μέσο όρο από 13-23° C. Ακόμη και αυτή η σχετικά μικρή, εποχιακή, διακύμανση της θερμοκρασίας του εδάφους μειώνεται με το βάθος, την περιεχόμενη υγρασία και την αγωγιμότητα του εδάφους. Επίσης, σε χαμηλότερα βάθη μεγαλώνει και η απόκλιση της θερμοκρασίας αέρα και εδάφους. Η μεταφορά θερμότητας στα συστήματα αυτά γίνεται με δύο τρόπους : με συναγωγή και με μεταφορά. Στην πρώτη περίπτωση πρέπει μέρος του περιβλήματος του κτηρίου να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το έδαφος (άμεσος δροσισμός). Ενώ



στη δεύτερη περίπτωση ο αέρας από το κτήριο ή από το περιβάλλον θα πρέπει να κυκλοφορεί μέσα από υπόγειους σωλήνες, όπου θα προψύχεται πριν εισέλθει στο κτήριο (έμμεσος δροσισμός). [51]

### **1.7.3.1 Άμεσος Δροσισμός – Υπόσκαφα ή Ημιυπόσκαφα Κτήρια**

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτηρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το επιτρέπουν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτηρίων. Η διάχυση της θερμότητας στο έδαφος με συναγωγή μέσω άμεσης του κτηριακού κελύφους με το έδαφος αποτελεί μια πολύ γνωστή και παλιά τεχνική. Υπάρχει πληθώρα παραδειγμάτων υπόσκαφων κτηρίων από το παρελθόν, από τα παραδοσιακά σπίτια στη Σαντορίνη μέχρι τα σπίτια-σπηλιές στην Ισπανία. Τα υπόσκαφα κτήρια παρέχουν ποικίλα πλεονεκτήματα, όπως προστασία από το θόρυβο, τη σκόνη, την ακτινοβολία, τα διάφορα καιρικά φαινόμενα, περιορίζουν τις διαφυγές αέρα και παρέχουν αυξημένη πυροπροστασία. Παρέχουν οφέλη τόσο σε συνθήκες ψύξης όσο και σε θέρμανσης και αντιπροσωπεύουν το μέγιστο βαθμό αξιοποίησης της θερμικής μάζας του κτηρίου. Η γειτνίασή τους με το έδαφος έχει ως αποτέλεσμα τις μειωμένες θερμικές απώλειες και την αυξημένη θερμική άνεση.

Σε περιοχές όμως, με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος. Στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτήριο. Το μειονέκτημα που παρουσιάζουν τα κτήρια αυτά είναι κατά πρώτον η περιορισμένη γενικά δυνατότητα κατασκευής τους σε μεγάλη κλίμακα, και κατά δεύτερον το υψηλό τους κόστος, και οι ανεπαρκείς συνθήκες φωτισμού.



Εικ. 1.27: υπόσκαφα κτήρια, Peter Vetch (Ισπανία) [93]

### 1.7.3.2 Έμμεσος Δροσισμός – Υπεδάφιο Σύστημα Αγωγών

Η χρήση υπόγειων σωλήνων για την πρόψυξη του αέρα αποτελεί σχετικά νεότερη μέθοδο ψύξης. Η λειτουργία του συστήματος αυτού βασίζεται στην αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους για την ψύξη του κτηρίου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το σύστημα αποτελείται από μια σειρά μεταλλικών ή πλαστικών (PVC) αγωγών που τοποθετούνται σε βάθος 1-3μ. Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτηρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτήριο ψυχρότερος. Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδυαστεί με σύστημα κλιματισμού, συντελώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτηρίου, καθώς μειώνει την θερμοκρασιακή διαφορά εισερχόμενου-εξερχόμενου αέρα από το σύστημα, και συνεπώς μειώνει την εγκατεστημένη ισχύ του συστήματος και την ενέργεια που αυτό καταναλώνει

Ειδικά προβλήματα που σχετίζονται με τη χρήση των υπόγειων σωλήνων είναι η πιθανή συμπύκνωση νερού στο εσωτερικό ή η εξάτμιση συσσωρευμένου νερού καθώς και οι περιορισμένες δυνατότητες συντήρησης και ελέγχου. Γενικά το σύστημα αυτό πέρα από τα διάφορα τεχνικά προβλήματα παρουσιάζει και υψηλό σχετικά κόστος, με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιείται συχνά.

#### **1.7.4 Ψύξη με Ακτινοβολία**

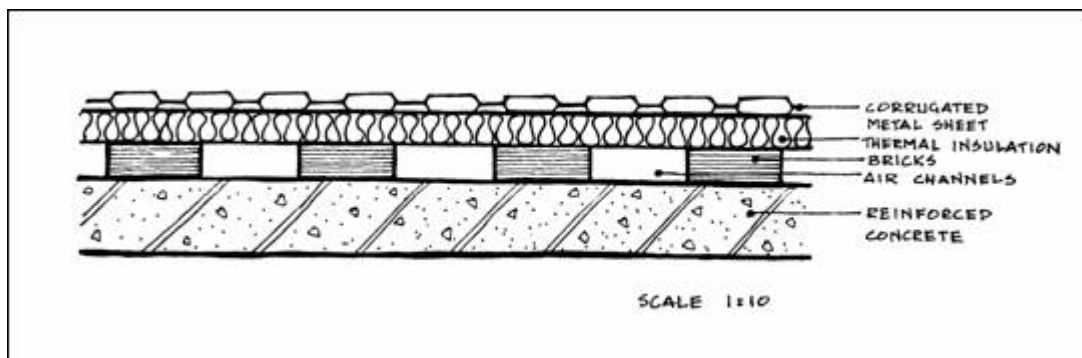
Το σύστημα βασίζεται στο ότι όλα τα σώματα εκπέμπουν ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας. Αν δύο στοιχεία με διαφορετική μεταξύ τους θερμοκρασία είναι το ένα απέναντι από το άλλο, θα παρατηρηθεί καθαρή θερμική απώλεια ακτινοβολίας από το θερμότερο σώμα. Για να ψυχθεί λοιπόν μια επιφάνεια δομικής κατασκευής - λόγω αποβολής θερμότητας - με εκπομπή ακτινοβολίας πρέπει η επιφάνεια αυτή να αντικρίζει η μία άλλη με σημαντικά χαμηλότερη θερμοκρασία. Εν προκειμένω το κτηριακό κέλυφος αν δεν υπήρχε καθόλου ατμόσφαιρα θα «έβλεπε» το άπειρο- μια εξαιρετικά ψυχρή πηγή και η ψύξη με ακτινοβολία θα ήταν ιδανική. Μια ενδιαμέση λοιπόν δεξαμενή είναι ο ουρανός. Κάθε δομικό στοιχείο που αντικρίζει τον ουρανό ανταλλάσσει με αυτόν θερμότητα. Στα κτήρια, το στοιχείο εκείνο του κελύφους που έχει την καλύτερη οπτική επαφή με τον ουράνιο θόλο είναι η επιφάνεια της οροφής, με αποτέλεσμα να συνιστά την καταλληλότερη επιφάνεια για ψύξη με ακτινοβολία. Θα πρέπει όμως η επιφάνεια αυτή να είναι κατασκευασμένη έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα να διοχετευτεί σε αυτήν η θερμότητα που έχει συσσωρευτεί κατά τη διάρκεια της ημέρας.

##### **1.7.4.1 Μεταλλικός Ακτινοβολιτής**

Το σύστημα αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτηρίου. Η εξωτερική του επιφάνειά του είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Η μεταλλική πλάκα ακτινοβολεί προς το νυχτερινό ουρανό μεγάλη ποσότητα θερμικής ενέργειας. Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή διοχετεύεται θερμός αέρας από το κτήριο, ο οποίος διέρχεται μέσα από το σύστημα, ψύχεται καθώς έρχεται σε επαφή με την ψυχρή εξωτερική πλευρά και επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτηρίου. Το σύστημα αυτό λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία.

Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου (σε απόσταση περίπου 5 εκ.), διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας,

ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.



Εικ. 1.28: μεταλλικός ακτινοβολητής [51]

#### 1.7.4.2 Λίμνες Οροφής

Πρόκειται για το ίδιο ακριβώς σύστημα που παρουσιάστηκε στα παθητικά ηλιακά συστήματα (παράγραφος 1.6.2.2.) μόνο που εδώ παρουσιάζεται η αντίστροφη λειτουργία του (ψύξη) που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Συνοπτικά αναφέρεται ότι στην οροφή ενός κτηρίου μπορεί να διαμορφωθεί αβαθής δεξαμενή νερού (ανοιχτή ή κλειστή με διαφανή επικάλυψη), η οποία σκιάζεται την ημέρα (κινητή μόνωση) και, ανοιγόμενη τη νύχτα, ακτινοβολεί θερμότητα στο περιβάλλον. Για τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας όμως το σύστημα αυτό δεν είναι αρκετά αποδοτικό σαν παθητικό ηλιακό σύστημα θέρμανσης, λόγω του οριζόντιου προσανατολισμού της συλλεκτικής επιφάνειας, ενώ τεχνικοί / κατασκευαστικοί και λειτουργικοί λόγοι το καθιστούν ασύμφορο.

#### 1.7.5 Ψύξη με Εξάτμιση

Η εξάτμιση είναι μια διαδικασία ψύξης, των υπολοίπων μορίων που δεν εξατμίζονται. Καθώς φεύγουν από το υγρό μόρια με μεγάλη κινητική ενέργεια, η μέση κινητική

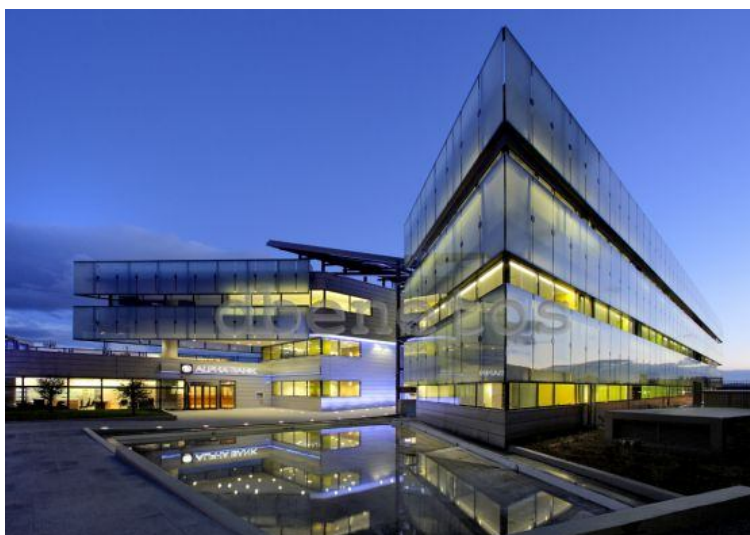
ενέργεια των υπολοίπων μορίων του υγρού ελαττώνεται, οπότε ελαττώνεται και η θερμοκρασία του.

Η ψύξη με εξάτμιση νερού είναι μια τεχνική γνωστή από την αρχαιότητα. Εφαρμοζόταν στην αρχαία Αίγυπτο και στην Περσία. Τα συστήματα ψύξης μέσω εξάτμισης μπορούν να ομαδοποιηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα παθητικά και τα υβριδικά. Τα παθητικά είναι αυτά που λειτουργούν μόνο με στοιχεία του κελύφους του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου ενώ τα υβριδικά χρησιμοποιούν και εξοπλισμό που είναι ειδικά εγκατεστημένος στο κτήριο. Με την διάκριση αυτή προκύπτουν συνολικά τέσσερις κατηγορίες συστημάτων και τεχνικών: τα άμεσα παθητικά συστήματα, έμμεσα παθητικά, άμεσα υβριδικά έμμεσα υβριδικά. Εδώ θα ασχοληθούμε μόνο με τα παθητικά συστήματα.

#### **1.7.5.1 Άμεσα Παθητικά Συστήματα Εξατμιστικού Δροσισμού**

Τα άμεσα παθητικά συστήματα βασίζονται στην μεγάλη απορρόφηση αισθητής θερμότητας κατά την εξάτμιση του νερού. Ο εξωτερικός αέρας ψύχεται άμεσα με την εξάτμιση του νερού και κατόπιν εισάγεται στο κτήριο με φυσική ροή.

Στα συστήματα αυτά περιλαμβάνονται τεχνικές όπως η χρήση όγκων νερού όπως λίμνες ή σιντριβάνια σε χώρους γύρω από το κτήριο ή σε ειδικά διαμορφωμένους πύργους δροσισμού.



*Εικ. 1.29: εξατμιστικός δροσισμός, κτήριο Alpha Bank, Τομπάζης*

### **1.7.5.2 Έμμεσα Παθητικά Συστήματα Εξάτμιστικού Δροσισμού**

Τα έμμεσα παθητικά συστήματα βασίζονται στην απαγωγή θερμότητας που παρατηρείται κατά την εξάτμιση του νερού, με αποτέλεσμα να ψύχεται εξωτερικά το κέλυφος του κτηρίου. Τα συστήματα με έμμεση εξάτμιση αποφεύγουν τα προβλήματα αυξημένης υγρασίας και είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για τροπικά ή υποτροπικά κλίματα όπου η σχετική υγρασία είναι συχνά γύρω στο 70%. Τα συστήματα αυτά είναι όμως πιο πολύπλοκα και κατά συνέπεια πιο ακριβά από αυτά του άμεσου δροσισμού. Συστήματα έμμεσου παθητικού δροσισμού αποτελούν οι λίμνες οροφής και ο ψεκασμός δωματίων με νερό.

## **1.8 Συστήματα Φυσικού Φωτισμού**

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτήρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στο εσωτερικό τους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα, βέβαια, με τη χρήση του κτηρίου και των χώρων. Η σωστή χρήση και αξιοποίηση του φυσικού φωτός, μέσω των διαφόρων συστημάτων και τεχνικών, μπορεί με την αντικατάσταση του τεχνητού φωτισμού (ή μέρος αυτού) να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων, ιδιαίτερα σε κτήρια που χρησιμοποιούνται κυρίως την ημέρα όπως είναι για παράδειγμα τα εμπορικά και τα κτήρια γραφείων. Βασική προϋπόθεση για τον σωστό σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού αποτελεί η εξασφάλιση επαρκούς ποσότητας φωτισμού στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους, η ομαλή και ομοιόμορφη κατανομή του, καθώς και η αποφυγή φαινομένων θάμβωσης που δημιουργούνται από τις έντονες διαφοροποιήσεις στις στάθμες φωτισμού. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/

ανακλαστικότητα). Πρέπει λοιπόν να λαμβάνονται υπόψη, κατά την μελέτη φυσικού φωτισμού, ο προσανατολισμός, η κατανομή και η γεωμετρία των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν, τα ανοίγματα (μέγεθος, θέση, σχήμα, είδος υαλοπινάκων), τα εσωτερικά χωρίσματα των χώρων που ανακλούν το φυσικό φως και επηρεάζουν τη διανομή του (θέση, υλικά και ιδιότητες των επιφανειών τους), καθώς και οι διατάξεις που παρέχουν προστασία από το υπερβολικό φως και τη θάμβωση (θέση, είδος, σχήμα).

Ο φυσικός φωτισμός συνιστάται ιδιαίτερα στα κτήρια και για λόγους ευεξίας των ενοίκων. Όπως έχει προκύψει από διάφορες έρευνες, η ανθρώπινη διάθεση επηρεάζεται σημαντικά, από τις επικρατούσες συνθήκες φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα σε χώρους εργασίας όπου υπερέχει ο φυσικός φωτισμός οι εργαζόμενοι έχουν καλύτερη διάθεση και είναι πιο παραγωγικοί.

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού ταξινομούνται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία (παράθυρα)
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί / φωτοσωλήνες

Όταν αναφερόμαστε σε σύστημα φωτισμού εννοούμε το σύνολο:

- Υαλοπίνακας (ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο)
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Οι βασικότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού που χρησιμοποιούνται είναι:

- Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα-φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί / Φωτοσωλήνες
- Ειδικοί Υαλοπίνακες
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά
- Διαφανή μονωτικά υλικά
- Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες

- ο Ανακλαστικές περσίδες [51]

Για να θεωρηθεί επιτυχημένη μια εφαρμογή φυσικού φωτισμού θα πρέπει να επιτευχθεί, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, η λεγόμενη οπτική άνεση. Θα πρέπει να εξασφαλιστεί δηλαδή στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους των κτηρίων, η επαρκής στάθμη φωτισμού αλλά και η ομαλή κατανομή της. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός τόσο των χώρων, όσο και των συστημάτων φωτισμού (ανοιγμάτων) θα πρέπει, όμως, πέρα από τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού να εξασφαλίζει και την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον (και την ανάδειξη των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών στοιχείων, κατά το δοκούν), πάντοτε σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα.

### **1.8.1. Ανοίγματα Οροφής**

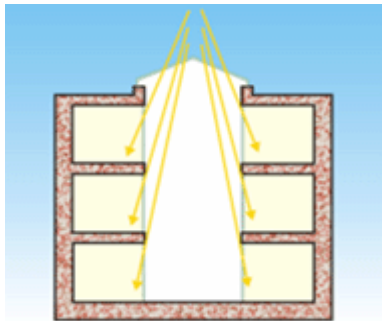
Μία από τις τέσσερις κατηγορίες συστημάτων που αναφέραμε είναι τα ανοίγματα οροφής. Τα ανοίγματα οροφής αποτελούνται συνήθως από διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες και λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους. Τα συστήματα αυτά, πλεονεκτούν έναντι των ανοιγμάτων στην κατακόρυφη τοιχοποιία καθώς παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός από τον ουρανό (που προτιμάται από το άμεσο φως), η οποία, λόγω της θέσης τους, διανέμεται ομοιόμορφα στον χώρο. Το μειονέκτημά τους είναι ότι εξαιτίας της οριζόντιας θέσης τους, δέχονται μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι απ' ό,τι το χειμώνα (λόγω της θερινής τροχιάς του ήλιου). Γι' αυτό συχνά συνίσταται να είναι κατακόρυφα ή κεκλιμένα, ή εναλλακτικά να συνοδεύονται από κάποιο σύστημα ηλιοπροστασίας (ανακλαστήρες, περσίδες, κινητά πετάσματα).

### **1.8.2. Αίθρια**

Τα αίθρια, ανοιχτά ή σκεπασμένα βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης στα κτήρια, επιτρέποντας μεγάλες ποσότητες φωτός να εισέλθουν στο εσωτερικό τους.



Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε μεγάλα, συνήθως, κτήρια. Τοποθετείται στην καρδιά του κτηρίου, επιτρέποντας έτσι την είσοδο της φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές του ζώνες και αυξάνοντας, κατά συνέπεια, τη στάθμη του φωτός στους εσωτερικούς του χώρους. Όπως και τα ανοίγματα οροφής έτσι και τα αίθρια παρουσιάζουν τα ίδια ακριβώς πλεονεκτήματα, την παροχή δηλαδή διάχυτου φωτός (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), και την ομοιόμορφη κατανομή του. Η στάθμη φωτισμού των εσωτερικών χώρων εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αίθριου και τα οπτικά χαρακτηριστικά των επιφανειών του (ανακλαστικότητα των τοίχων και του δαπέδου, οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που βρίσκονται στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο και στην οροφή)



Εικ. 1.30: Ηλιακό αίθριο [51]

### 1.8.3. Φωταγωγοί - Φωτοσωλήνες

Οι φωταγωγοί και οι φωτοσωλήνες χρησιμοποιούνται για να εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχει εύρος διατάξεων και διαστάσεων φωταγωγών. Πρόκειται για αγωγούς που διαπερνούν το κτήριο κάθετα ώστε να διοχετεύεται το φως σε όλους τους ορόφους. Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές ή να συνδυάζονται με ηλιοστατικούς καθρέφτες που ανακλούν το φως μέσα στον αγωγό, το οποίο μετά διαχέεται μέσα από μια σειρά διαχυτικών υαλοπινάκων. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους. Η απόδοση

των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (στην είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Σε πολλές περιπτώσεις οι φωταγωγοί μπορεί να συνεισφέρουν ακόμη και στον φυσικό αερισμό ενός κτηρίου.



*Εικ. 1.31: παράδειγμα φωταγωγού MIT - Steven Holl*

Οι **φωτοσωλήνες** είναι σαν μια παραλλαγή ουσιαστικά των φωταγωγών. Συνήθως πρόκειται για σωλήνες (διαμέτρου 0.50μ. περίπου), που εξέρχουν από την οροφή του κτηρίου διαπερνούν την τυχόν υπάρχουσα σοφίτα ή δώμα, και διοχετεύουν το φυσικό φως στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου. Αναλυτικότερα, το κάλυμμα του φωτοσωλήνα κατευθύνει το φως μέσα στο σωλήνα ανεξαρτήτως της θέσης του ήλιου, και έπειτα το φως μέσω της ιδιαίτερα ανακλαστικής εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο με σχετικά μικρές απώλειες. Στο τέλος του σωλήνα αντανακλαστικοί φακοί/κάτοπτρα διαχέουν το φως στον εσωτερικό χώρο. Η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτοσωλήνα, ανάλογα φυσικά με τον τύπο και τον κατασκευαστή.



Εικ. 1.32: λειτουργία και παράδειγμα φωτοσωλήνα [51]

#### 1.8.4. Πρισματικά Φωτοδιαπερατά Υλικά

Είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και, αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Πρόκειται για ημιδιαφανή στοιχεία που τοποθετούνται στο κέλυφος του κτηρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων. Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν και οι πρισματικοί ακρυλικοί υαλοπίνακες, οι οποίοι, με κατάλληλο προσανατολισμό, αποτρέπουν την είσοδο των ηλιακών ακτίνων. (τα υπόλοιπα είδη υαλοπινάκων έχουν παρουσιαστεί στο 1.7.1.3)

#### 1.8.5. Διαφανή μονωτικά υλικά

Πρόκειται για διαφανή, φωτοδιαπερατά υλικά με υψηλή θερμομονωτική ικανότητα τα οποία τοποθετούνται είτε σε τοίχους αντικαθιστώντας τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας είτε σε οροφές. Τα υλικά αυτά είναι συνδυάζουν πολύ καλές οπτικές ιδιότητες, είναι εν γένει διαχυτικά και έχουν τις θερμομονωτικές ικανότητες μιας τοιχοποιίας (2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες). Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες τέτοιων υλικών τα οποία μπορούν επίσης, να τοποθετηθούν μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων και η φωτοδιαπερατότητά τους κυμαίνεται μεταξύ του 45% και του 80% (με μια μείωση της τάξης του 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα). [51]



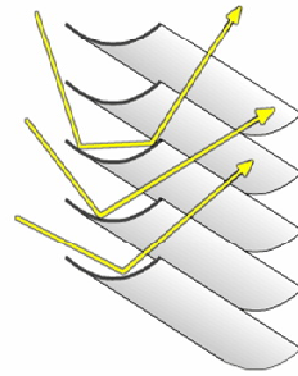
*Εικ. 1.33: εφαρμογές διαφανών μονωτικών υλικών [51]*

### **1.8.6. Ράφια Φωτισμού/Ανακλαστήρες**

Τα ράφια φωτισμού είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία, με ανακλαστική επιφάνεια, που τοποθετούνται στα πλαίσια των ανοιγμάτων, πάνω από το επίπεδο του ματιού, και κατευθύνουν την προσπίπτουσα ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του κτηρίου. Σκοπός τους είναι η μείωση του επιπέδου φωτισμού κοντά στο παράθυρο και η αντίστοιχη αύξηση του σε απομακρυσμένες από αυτό ζώνες, εξασφαλίζοντας έτσι ομοιόμορφη κατανομή του φωτός στους εσωτερικούς χώρους. Για την αποτελεσματική λειτουργία τους απαιτείται υψηλή ανακλαστικότητα της οροφής του χώρου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στις νότιες όψεις καθώς βελτιώνουν τη διανομή του φυσικού φωτός και συμβάλλουν στην αποφυγή φαινομένων θάμβωσης. Η χρήση τους είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σε εργασιακούς χώρους, όπου απαιτείται ομοιόμορφη κατανομή του φωτισμού.

### **1.8.7. Ανακλαστικές Περσίδες**

Είναι κινητά ή σταθερά ανακλαστικά στοιχεία, μικρού μεγέθους, που τοποθετούνται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια του κουφώματος ή και μεταξύ διπλών υαλοπινάκων. Ως σύστημα φυσικού φωτισμού λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο χώρο (κατά προτίμηση στην οροφή). Υπάρχουν σταθερές αλλά και ρυθμιζόμενες (κινητές) ανακλαστικές περσίδες. Οι κινητές πλεονεκτούν έναντι των σταθερών περσίδων, οι οποίες λειτουργούν αποτελεσματικά μόνο για ορισμένη διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων. Η κλίση των σταθερών περσίδων καθορίζεται έτσι ώστε να εκτρέπουν τις ακτίνες του ήλιου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, ενώ οι ρυθμιζόμενες μπορούν πέρα απ' την εξασφάλιση της ζητούμενης, για λόγους θερμικής προστασίας, σκίασης των χώρων κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, να λειτουργούν αποτελεσματικά και κατά τους χειμερινούς συμβάλλοντας στο χειμερινό ηλιασμό.



Εικ. 1.34: ανακλαστικές περσίδες [51]

## 1.9 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα και άλλες Α.Π.Ε.

Η διαφορά των ενεργητικών συστημάτων από τα παθητικά είναι ότι πάνε ουσιαστικά την ηλιακή ενέργεια που συλλέγουν ένα βήμα παραπέρα, μετατρέποντάς την άμεση ηλιακή ακτινοβολία σε άλλη μορφή ενέργειας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής και των άλλων Α.Π.Ε. (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) και η μετατροπή τους σε άλλη αξιοποιήσιμη μορφή ενέργειας στις περισσότερες περιπτώσεις με ενεργητικά συστήματα, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα, οι ανεμογεννήτριες. [32]

Υπάρχουν όμως και άλλα, λιγότερο δημοφιλή συστήματα όπως είναι τα Θερμικά Ηλιακά Πεδία τα οποία χρησιμοποιούνται και σε μικρή κλίμακα για οικιακή χρήση (ηλιακοί θερμοσίφωνες).

Οι Α.Π.Ε. οι οποίες εκμεταλλεύονται σήμερα, χρήσει διαφόρων ενεργητικών ή και υβριδικών συστημάτων είναι οι εξής:

- Ηλιακή Ενέργεια
- Αιολική Ενέργεια
- Κυματική Ενέργεια
- Βιομάζα
- Τεχνολογίες Υδρογόνου
- Γεωθερμική Ενέργεια
- Υδροηλεκτρική Ενέργεια

Λόγω της μελλοντικής εξάλειψης των αποθεμάτων των συμβατικών πηγών ενέργειας (άνθρακας, λιγνίτης, φυσικό αέριο) γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική η αξιοποίηση των παραπάνω Α.Π.Ε. σε κάθε δυνατή περίπτωση. Μια άλλη ειδοποιός διαφορά μεταξύ των Α.Π.Ε. και των συμβατικών πηγών ενέργειας, πέρα από τον ανανεώσιμο χαρακτήρα τους, είναι πως η συλλογή και η εκμετάλλευσή τους παρουσιάζει μακράν λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς χρησιμοποιούνται τα λιγότερα δυνατά κάθε φορά τεχνολογικά μέσα, και τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον. Παρακάτω γίνεται συνοπτική αναφορά στις συνήθεις Α.Π.Ε. που χρησιμοποιούνται στον κτηριακό τομέα, με έμφαση στα ηλιακά πεδία των οποίων η εφαρμογή συναντάται συχνά στον τομέα των τουριστικών καταλυμάτων.

## **1.9.1 Ηλιακή Ενέργεια**

### **1.9.1.1 Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (Ηλιακά Πεδία)**

Η ολική ακτινοβολία (άμεση και διάχυτη) κατά τη διάρκεια ενός έτους στο γεωγραφικό πλάτος της Ελλάδας είναι περίπου 1600 kWh/m<sup>2</sup>. Αυτή η ποσότητα ενέργειας, την οποία μας παρέχει ο ήλιος ανά τετραγωνικό μέτρο, αντιστοιχεί σε 160 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης.

Ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι όσα συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, και στη συνέχεια τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας, με τη βοήθεια ενός ρευστού (υγρού ή αερίου). Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση αλλά και ψύξη χώρων, για βιομηχανικές διεργασίες,

για αφαλάτωση, για διάφορες αγροτικές εφαρμογές, για θέρμανση πισινών, κ.ά. Η πλέον διαδεδομένη εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Στα συστήματα αυτά, η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη, και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό τρόπο στη δεξαμενή που αποθηκεύει το παραγόμενο ζεστό νερό χρήσης (ZNX). Το σύστημα μπορεί επίσης να συνδεθεί με το σύστημα θέρμανσης, αποφορτίζοντας έτσι το λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου. Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων: τα Συστήματα Ανοιχτού Βρόχου, τα οποία χρησιμοποιούν το νερό ως μέσο μεταφοράς θερμότητας και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών και τα Συστήματα Κλειστού Βρόχου τα οποία χρησιμοποιούν υδατικό διάλυμα γλυκόλης ως μέσο μεταφοράς θερμότητας και εναλλάκτες για τη μεταφορά της θερμότητας της γλυκόλης στο νερό της δεξαμενής. Και οι δύο τύποι συστημάτων αποτελούνται από ηλιακούς συλλέκτες, δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού, ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου και σωληνώσεις.

#### **Είδη συλλεκτών:**

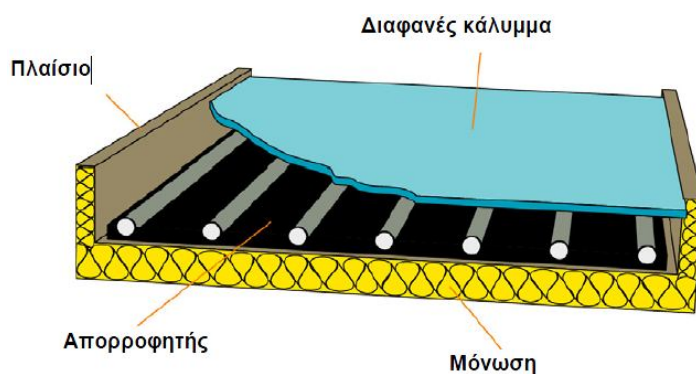
- ο **Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα:** το νερό της πισίνας κυκλοφορεί μέσα στον συλλέκτη, θερμαίνεται από τον ήλιο και διοχετεύεται απευθείας στην πισίνα, συνεπώς δεν απαιτείται επιπρόσθετος εξοπλισμός, (π.χ. εναλλάκτες) που επιβαρύνει τον προϋπολογισμό. Χρησιμοποιούνται σε κολυμβητικές δεξαμενές (πισίνες), όπου η επιθυμητή θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (18-25 °C). Έχουν χαμηλό κόστος με χρόνο απόσβεσής του 1-5 έτη. Σε ψυχρά κλίματα παρέχεται νερό σε ιδανική θερμοκρασία για κολύμβηση το καλοκαίρι ενώ σε θερμά η κολυμβητική περίοδος επεκτείνεται από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο.





Εικ. 1.35: Συλλέκτης χωρίς κάλυμμα [39]

ο **Επίπεδοι συλλέκτες**: η επιλεκτική επιφάνειά τους διακρίνεται από μεγάλη απορροφητικότητα στα μικρά μήκη κύματος της ηλιακής ακτινοβολίας και από ελάχιστη ανάκλαση στα μεγαλύτερα μήκη κύματος. Αυτό σημαίνει ότι απορροφά την ενέργεια του ήλιου χωρίς να την ανακλά. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι εξωτερικών καλυμμάτων: μαύρη μπογιά, ημι-επιλεκτική επιφάνεια και επιλεκτική επιφάνεια. Οι επίπεδοι συλλέκτες είναι βαρύτεροι και πιο εύθραυστοι από τους συλλέκτες χωρίς κάλυμμα και λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες. Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX), για θέρμανση χώρου, για ηλιακό κλιματισμό (επιλεκτική επιφάνεια) καθώς και σε βιομηχανικές εφαρμογές.

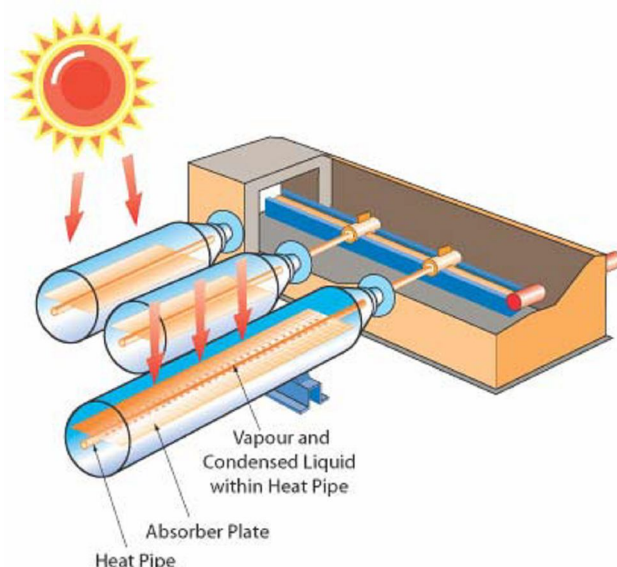


Εικ. 1.36: Επίπεδοι Συλλέκτες με διαφανές κάλυμμα [39]

ο **Συλλέκτες κενού**: δεν συνιστώνται σε οικιακές εφαρμογές, αφού το καλοκαίρι η θερμοκρασία στο εσωτερικό τους ξεπερνά τους 300°C. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές όπου απαιτούνται θερμοκρασίες άνω των 80°C όπως ο ηλιακός



κλιματισμός, η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς επίσης και σε διάφορες βιομηχανικές εφαρμογές όπως η αποστείρωση.



Εικ. 1.37: Συλλέκτες κενού [39]

Είδος Συλλέκτη	Κόστος	Απόδοση (kWh/m <sup>2</sup> /έτος)	Χρήση
Χωρίς κάλυμμα	Χαμηλό	300	Θέρμανση πισίνας
Επίπεδος Συλλέκτης (μαύρη μπογιά)	Μεσαίο	650	Θέρμανση πισίνας, ZNX
Επίπεδος Συλλέκτης (επιλεκτικός απορροφητής)	Μεσαίο	700	ZNX, θέρμανση χώρου, ηλιακός κλιματισμός
Συλλέκτες Κενού	υψηλό	850	Ηλιακός Κλιματισμός, Βιομηχανικές εφαρμογές

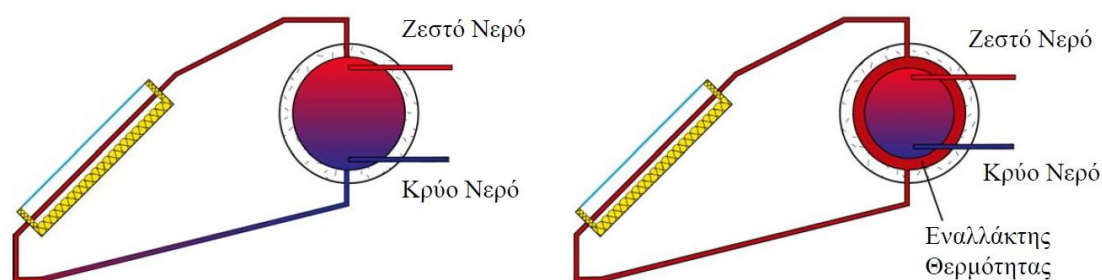
Εικ. 1. 38: Συγκριτικός πίνακας συλλεκτών

### Είδη συστημάτων:

#### ο Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας (θερμοσιφωνικά):

Η λειτουργία των θερμοσιφωνικών συστημάτων στηρίζεται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται πάνω από το

συλλέκτη. Το νερό μέσα στο συλλέκτη θερμαίνεται, γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο, ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας έτσι φυσική κυκλοφορία.



Εικ.1.39: Συστήματα φυσικής κυκλοφορίας ανοιχτού βρόχου (αριστερά) και κλειστού βρόχου (δεξιά) [39]

#### ο Συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας:

Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας είναι πιο περίπλοκα τεχνολογικά σε σχέση με τα προηγούμενα, αφού χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας μέσα στους συλλέκτες.

ο **Συστήματα Combi:** με τα συνδυασμένα αυτά συστήματα επιτυγχάνεται συγχρόνως θέρμανση νερού αλλά και χώρων. Μπορούν να συνδυαστούν με συμβατικά θερμαντικά σώματα (ενσωμάτωση σε ήδη εγκατεστημένο σύστημα) αλλά και με συστήματα ηλιακού κλιματισμού καθώς επίσης και με συστήματα βιομάζας. Παρέχουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας αλλά δεν έχουν ακόμη διαδοθεί ευρέως στον ελληνικό χώρο.

ο **Ηλιακός Κλιματισμός:** χρησιμοποιούνται για θέρμανση και κλιματισμό αλλά παραγωγή ΖΝΧ. Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι συστημάτων ηλιακού κλιματισμού που βασίζονται σε τρεις διαφορετικές αρχές λειτουργίας: της προσρόφησης, της απορρόφησης και της αφύγρανσης. Πλεονεκτούν λόγω εποχιακής σύμπτωσης υψηλών κλιματιστικών αναγκών και υψηλής ηλιακής ενέργειας, καθώς επίσης υπάρχει δυνατότητα ενσωμάτωσής τους σε ήδη υπάρχοντα συστήματα (Fan

coils, ενδοδαπέδια θέρμανση). Έχουν όμως αρκετά υψηλό κόστος, σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα.

Γενικά, τα περιβαλλοντικά οφέλη των ΘΗΣ μπορούν ποσοτικά να συνοψιστούν στα εξής:

- ο Εξοικονόμηση καυσίμων ίση με 50-70kg πετρελαίου ανά  $m^2$  συλλέκτη
- ο Μείωση εκπομπών  $CO_2$  άνω των 750kg/έτος ανά  $m^2$  συλλέκτη, όταν υποκαθίσταται το ηλεκτρικό ρεύμα
- ο Μείωση εκπομπών  $CO_2$  άνω των 250kg/έτος ανά  $m^2$ , όταν υποκαθίσταται πετρέλαιο [39]

### **1.9.1.2 Φωτοβολταϊκά**

Η διαφορά των φωτοβολταϊκών (Φ/Β) συστημάτων με τα ηλιακά πεδία είναι ότι ενώ στα δεύτερα γίνεται αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας με την θέρμανση νερού ή κάποιου άλλου υγρού, στα Φ/Β συστήματα έχουμε παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτροπαραγωγή από Φ/Β έχει το τεράστιο πλεονέκτημα ότι αποδίδει την μέγιστη ισχύ της κατά τη διάρκεια της ημέρας που παρουσιάζεται η μέγιστη ζήτηση.

Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα Φ/Β κατατάσσονται σε:

- ο Αυτόνομα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων καταναλώνεται επιτόπου και εξολοκλήρου από την παραγωγή στην κατανάλωση
- ο Διασυνδεδεμένα συστήματα, η παραγόμενη ενέργεια των οποίων διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να μεταφερθεί και να καταναλωθεί αλλού.

### **1.9.2 Γεωθερμία**

Η γεωθερμία είναι μια ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που μπορεί, με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες, να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, αλλά και παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε ορισμένες περιπτώσεις. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25 °C μέχρι 350 °C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C), η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ενώ, όταν η

θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτηρίων ή κτηριακών εγκαταστάσεων. [51]

Η θερμότητα αυτή της γης αξιοποιείται χρήσει ειδικών αντλιών θερμότητας – Γεωθερμικές Αντλίες θερμότητας– για την θέρμανση και την ψύξη του κτηρίου.

Για την θέρμανση και την ψύξη των κτηρίων με εκμετάλλευση της γεωθερμίας βασίζεται στην ιδιότητα του εδάφους να διατηρείται πάντα σε σταθερή θερμοκρασία –γύρω στους 14-18°C στην Ελλάδα– σε βάθος από 2 έως 100μ. έτσι για τη θέρμανση των κτηρίων αντλείται θερμότητα από το έδαφος ενώ για τη ψύξη ακολουθείται αντίστροφη διαδικασία, διοχετεύεται δηλαδή στο υπέδαφος η πλεονάζουσα θερμότητα του κτηρίου. [62]

### **1.9.3 Αιολική Ενέργεια**

Η αιολική ενέργεια συνιστά, όπως και η ηλιακή, μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας. Σήμερα η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας γίνεται χρήσει ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής και στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνουμε την μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Οι Α/Γ χρησιμοποιούνται για την πλήρη κάλυψη ή και τη συμπλήρωση των ενεργειακών αναγκών. Το παραγόμενο από τις ανεμογεννήτριες ηλεκτρικό ρεύμα είτε καταναλώνεται επιτόπου, είτε εγχέεται και διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο για να καταναλωθεί αλλού. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τις Α/Γ, όταν η παραγωγή είναι μεγαλύτερη από τη ζήτηση, συχνά αποθηκεύεται για να χρησιμοποιηθεί αργότερα, όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή. Η αποθήκευση σήμερα γίνεται με δύο οικονομικά βιώσιμους τρόπους, ανάλογα με το μέγεθος της παραγόμενης ενέργειας. Οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές (μπαταρίες) είναι η πλέον γνωστή και διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία χρησιμοποιείται για μικρής κλίμακας παραγωγικές μη διασυνδεδεμένες στο κεντρικό δίκτυο μονάδες. Η άντληση ύδατος με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από

A/Γ και η ταμίευσή του σε τεχνητές λίμνες κατασκευασμένες σε υψόμετρο το οποίο είναι ικανό να τροφοδοτήσει υδροηλεκτρικό σταθμό, είναι η μέθοδος αποθήκευσης που χρησιμοποιείται όταν η παραγόμενη ενέργεια είναι μεγάλη. [58]

Πέρα από τις A/Γ μεγάλης ισχύος που χρησιμοποιούνται σε έργα μεγάλης κλίμακας όπως είναι τα αιολικά πάρκα, υπάρχουν και μικρότερης ισχύος A/Γ που προορίζονται για οικιακή χρήση. Όπως και με τα Φ/Β συστήματα έτσι και τα συστήματα αυτά διακρίνονται σε αυτόνομα και διασυνδεδεμένα με το δίκτυο συστήματα.

#### **1.9.4 Βιομάζα**

Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία, (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τις συναφείς βιομηχανίες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, όπως ορίζει η ΟΔΗΓΙΑ 2001/77/ΕΚ. Ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά περιλαμβάνεται σε αυτήν οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από τον φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (καυσόξυλα, κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων, της αγροτικής βιομηχανίας και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των αστικών απορριμμάτων. [58]

Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Ειδικότερα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρισμού κ.λπ.) και ακόμα για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη, βιοντήζελ κ.λπ.). γενικά όμως οι τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας έχουν ακόμα υψηλό κόστος. Στον κτηριακό τομέα η συνήθης χρήση της είναι η καύση της για παραγωγή ΖΝΧ ή και θέρμανση χώρων (καύση συσσωματωμάτων βιομάζας σε σόμπες, ενεργειακά τζάκια και λέβητες). [56]

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΟΝΩΣΗ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ**

### **2.1 Θερμική Προστασία Κτηριακού Κελύφους (Θερμομόνωση)**

Το κέλυφος του κτηρίου μπορεί να χάσει θερμότητα που θα διαδοθεί με συναγωγή, μεταφορά ή ακτινοβολία ή επίσης με εξαερισμό ή ανεπιθύμητη διείσδυση αέρα. Σε πιο ψυχρό καιρό οι απώλειες αυτές πρέπει να ελαχιστοποιηθούν έτσι ώστε η θερμότητα που προέρχεται από τα ηλιακά κέρδη και το βοηθητικό σύστημα θέρμανσης να διατηρούνται κατά το δυνατόν μέσα στο κτήριο. [15]

Οι θερμικές απώλειες εξαρτώνται πρώτον από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής πλευράς του τοίχου (ή οποιοδήποτε άλλου δομικού στοιχείου) και δεύτερον από τη θερμική αντίσταση των υλικών από τα οποία αποτελείται το περίβλημα. [15]

Ο όρος **θερμομόνωση** περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα και η ποσότητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα, τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες. [21] Οι θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτήριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Όπως έχει προαναφερθεί, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο, κάτι που συμβαίνει το χειμώνα από το εσωτερικό του κτηρίου προς τον εξωτερικό κρύο αέρα, αλλά και το καλοκαίρι, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτηρίου. [51] Η μόνωση λειτουργεί ως φράγμα στη ροή θερμότητας με συναγωγή (βλ. κεφ.1.5.1). Τα υλικά που επιλέγονται για το σκοπό αυτό πρέπει συνεπώς να έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα. [15,21]

#### **2.1.1 Τεχνικές θερμομόνωσης**

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές εφαρμογής της θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου, καθεμία εκ των οποίων εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Η θερμομόνωση

μπορεί να εφαρμοστεί στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, στην εσωτερική ή στον πυρήνα του, χωρίς να αλλάξουν οι γενικές μονωτικές ιδιότητες του τοίχου. Η θερμική αδράνεια όμως και ο κίνδυνος συμπύκνωσης στο κτήριο επηρεάζονται από τη θέση της μόνωσης.[15] Η επιλογή της καταλληλότερης κατά περίπτωση τεχνικής θερμομόνωσης εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων. [51, 21]

ο **Θερμομόνωση από την εσωτερική πλευρά του τοίχου:** Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Συνιστάται σε χώρους που χρησιμοποιούνται περιοδικά, όπως εκκλησίες, αίθουσες συναυλιών, κινηματογράφοι, κ.α. οι οποίοι πρέπει να θερμανθούν γρήγορα και δεν ενοχλεί να ψυχθούν και γρήγορα. Πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής αποτελούν το χαμηλό της κόστος, η ευκολία τοποθέτησης ακόμα και μετά την κατασκευή του κτηρίου, ο περιορισμός απωλειών λόγω θερμοχωρητικότητας του κελύφους καθώς επίσης και το γεγονός ότι απαιτούνται απλούστερα υλικά. Βασικό μειονέκτημα συνιστά το ότι δεν λύνει το πρόβλημα των θερμογεφυρών<sup>1</sup>, καθώς επίσης το ότι αφήνει ανεκμετάλλευτη τη θερμοχωρητικότητα του κελύφους. Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου μένουν εκτεθειμένα στις καιρικές συνθήκες και ελλοχεύουν κίνδυνοι διάβρωσης τους καθώς και ρηγματώσεων λόγω των θερμοκαρρασιακών μεταβολών.

ο **Θερμομόνωση από την εξωτερική πλευρά του τοίχου:** Στην περίπτωση αυτή οι στρώσεις των μονωτικών υλικών τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά του κτηριακού περιβλήματος. Με τον τρόπο αυτό η θερμική μάζα του κτηρίου δεν παραμένει αναξιοποίητη καθώς επίσης προστατεύονται τα δομικά στοιχεία του κτηρίου και μειώνεται ουσιαστικά ο κίνδυνος συμπύκνωσης υδρατμών. Επίσης, η εξωτερική μόνωση μειώνει και την πιθανότητα εμφάνισης προβλημάτων από θερμογέφυρες και προσφέρει καλύτερη υγροπροστασία. Ένα από τα ελάχιστα

---

<sup>1</sup> Οι **θερμογέφυρες** αποτελούν χαμηλής αντίστασης διόδους που ενώνουν δύο επιφάνειες, όπου η μόνωση είναι ανεπαρκής ή δεν υπάρχει. Στα κτήρια συνήθως εμφανίζονται σε σημεία ενώσεων τοίχων-οροφών ή τοίχων-δαπέδων μπαλκόνια, υποστυλώματα, τοιχία και δοκάρια στο κέλυφος, απολήξεις πλακών, πρέκια και ποδιές παραθύρων, γύρω από πόρτες και σε σημεία ανοιγμάτων για ηλεκτρικό, νερό, αποχέτευση. [ 32]

μειονεκτήματα που έχει σε σχέση με τη θερμομόνωση στην εσωτερική πλευρά του κτηριακού περιβλήματος, είναι το αυξημένο της κόστος και η ανάγκη προστασίας των μονωτικών στρώσεων από τις εξωτερικές επιδράσεις. [15, 52, 104]

- ο **Θερμομόνωση στον πυρήνα του τοίχου:** Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό.

- ο **Θερμομόνωση χρήσει ειδικών υλικών μεγάλης θερμομονωτικής ικανότητας:** Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους, κ.λπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας  $K$  που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων. Η τεχνική αυτή συνδυάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και των δύο μεθόδων (εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης), αλλά παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλό κόστος για την αγορά των υλικών αυτών καθώς επίσης δεν είναι δυνατή η εφαρμογή της σε όλα τα δομικά στοιχεία [15, 52, 21, 104]

### 2.1.2 Θερμομονωτικά υλικά

Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτήριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (ινώδη θερμομονωτικά υλικά) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη). [51] Η θερμομονωτική ικανότητα των υλικών εξαρτάται από το πορώδες τους, και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο περισσότεροι και με μικρότερο μέγεθος είναι οι πόροι τους. Αν όμως οι πόροι γεμίσουν με νερό, η θερμομονωτική τους ικανότητα μειώνεται, αφού η θερμοαγωγιμότητα του νερού είναι



23 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του αέρα. Η ικανότητα αυτή των υλικών να προσλαμβάνουν νερό με τη μορφή υγρασίας εξαρτάται από την υγροσκοπικότητα, την ατμοπερατότητα, την ύπαρξη τριχοειδών σωλήνων και τη υδροαπορροφητικότητα του υλικού. [21] Το πιο καλό και συνηθισμένο θερμομονωτικό υλικό είναι ο αέρας αν παραμένει σε ηρεμία (για να μην υπάρχει μετάδοση με μεταφορά) και χωρίς υγρασία.

### 2.1.2.1 Βασικές ιδιότητες υλικών

**Θερμική μάζα** εξαρτάται κυρίως από τις ιδιότητες του υλικού σε σχέση πάντα με την επαφή του με τον εσωτερικό αέρα του κελύφους και εκφράζεται από το γινόμενο της θερμοχωρητικότητας του υλικού επί την θερμική του αγωγιμότητα. Η θερμική μάζα αναφέρεται σε υλικά που έχουν την ιδιότητα να αποθηκεύουν θερμική ενέργεια για μεγάλες περιόδους. Η θερμική μάζα απορροφά κατά τη διάρκεια της μέρας θερμική ενέργεια και αποδίδει θερμότητα τη διάρκεια της νύχτας, υποστηρίζει με τον τρόπο αυτό την θερμική άνεση μέσα στο κτήριο καθότι προκαλεί ελάττωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους στο εσωτερικό του κτηρίου σε σχέση με το εύρος της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Παραδοσιακοί τύποι υλικών με μεγάλη θερμική μάζα είναι το νερό, οι φυσικοί λίθοι, το χώμα, το τούβλο, το σκυρόδεμα, το ύφασμα και τα κεραμικά. [21,44,20]

**Θερμοχωρητικότητα** ενός σώματος ή στοιχείου κατασκευής είναι η ικανότητά του να αποθηκεύει κάποια ποσότητα θερμότητας, όταν θερμαίνεται. Η ποσότητα της θερμότητας, η οποία αποθηκεύεται, αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασιακής διαφοράς μεταξύ του στοιχείου της κατασκευής και του αέρα που το περιβάλλει και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η μάζα του στοιχείου. Στην περίπτωση όπου η θερμοχωρητικότητα είναι αυξημένη, ο ρυθμός θέρμανσης και ψύξης του χώρου είναι αργός και τις ζεστές ημέρες παρατηρείται ελαττωμένη θέρμανση του χώρου.

Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού είναι ανάλογη προς τον όγκο και την πυκνότητά του. Από τα συνήθη υλικά μεγαλύτερη πυκνότητα έχει ο φυσικός λίθος, και ακολουθούν το σκυρόδεμα και τα τούβλα (υλικά θερμικής αποθήκευσης

κτηρίου). Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού δεν αυξάνεται από ένα ορισμένο πάχος του υλικού και πέρα, καθιστώντας περιττή την κάθε πρόσθετη αύξηση πάχους πέρα από αυτό, για την προσθήκη θερμικής μάζας.

Η αυξημένη θερμοχωρητικότητα συντελεί στην εξισορρόπηση της θερμοκρασίας κατά τις απότομες εναλλαγές θερμότητας-ψύχους. Τα μειονεκτήματα, τα οποία προκύπτουν, είναι δυνατόν να αντιμετωπιστούν με πρόσθετη θερμομόνωση, κατασκευή κατάλληλων παραθύρων για προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία, τα παράθυρα να παραμένουν κλειστά την ημέρα και με εξαερισμό των χώρων τη νύχτα.

**Θερμοαγωγιμότητα** είναι ιδιότητα του υλικού που αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα διέλευσης της θερμότητας διαμέσου του υλικού, και καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία διαρρέει κάθετα μία επιφάνεια που βρίσκεται σε θερμοκρασιακό πεδίο. Ο **συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας** ( $\lambda$ ) ο οποίος δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες (Wh), η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια  $1\text{m}^2$  και πάχος 1m, όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο, καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του κάθε υλικού. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μετράται σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $\text{W/m}\cdot\text{K}$ ). Οι παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική αγωγιμότητα περισσότερο είναι η πυκνότητα, η περιεκτικότητα σε υγρασία, το μέγεθος των πόρων και ο τύπος του υλικού γύρω από αυτούς. [44,21] Η θερμική αντίσταση και, συνεπώς, η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάονται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του.[51]

Ο **συντελεστής θερμικής μεταβίβασης**  $\alpha$  δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες (Wh), η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια  $1\text{m}^2$  και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $\text{W/ m}^2\cdot\text{K}$ ). [21]

**Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $k$**  χαρακτηρίζει τη μετάδοση θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας υπόψη τη μετάδοση θερμότητας μέσω αγωγής και μετάβασης εκατέρωθεν του στοιχείου και ορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες( Wh), η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια  $1m^2$  της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/ m^2 \cdot K$ ).[21,44]

**Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $k_m$**  χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες από το εσωτερικό του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, λόγω αγωγής και συναγωγής, οι οποίες διαρρέουν από τμήμα ή από το σύνολο της επιφάνειας (οροφή, τοίχοι, δάπεδο, ανοίγματα) του κτηρίου και υπό θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta T$  (K) μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού αέρα. Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/ m^2 \cdot K$ ).

#### **2.1.2.2 Απαιτήσεις θερμομόνωσης-κλιματικές ζώνες**

Σε κάθε νέο κτήριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά, (άρθρα 4&5 του Ν. 3661/08), απαιτείται η εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, διακριτή μελέτη απαραίτητη για την έκδοση οικοδομικής άδειας, η οποία αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης, που ίσχυε έως τώρα.

Βάσει του ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα) που είναι πλέον σε ισχύ για όλα τα νέα κτήρια, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις πλέον κλιματικές ζώνες και όχι σε τρεις όπως ίσχυε με τον παλιό κανονισμό θερμομόνωσης. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες.

<b>ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ</b>	<b>ΝΟΜΟΙ</b>
<b>ZΩΝΗ Α</b>	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
<b>ZΩΝΗ Β</b>	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
<b>ZΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
<b>ZΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

*Εικ. 2.1: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη [44]*

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.

Κάθε κτήριο πρέπει κατά πρώτον να τηρεί της ελάχιστες προδιαγραφές οι οποίες αναφέρονται στο σχεδιασμό του κτηρίου, το κτηριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, και κατά δεύτερον να συγκριθεί με το κτήριο αναφοράς. Ως κτήριο αναφοράς ορίζεται το κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο, το οποίο όμως έχει συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά που περιλαμβάνουν επίσης το σχεδιασμό του κτηρίου, το κτηριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις. Συνεπώς, κάθε κτήριο πρέπει (Α΄) να πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως αυτές ορίζονται στα σχετικά άρθρα καθώς επίσης (Β΄) πρέπει είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειάς του να είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς, είτε να πληροί τις προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς στο σύνολό τους.

## A. Ελάχιστες προδιαγραφές κτηρίου:

### 1. Σχεδιασμός Κτηρίου

Κατά το σχεδιασμό κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού)
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ) όπως: ανοίγματα άμεσου ηλιακού κέρδους, τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος-θερμοκήπιο.
- Ηλιοπροστασία
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

### 2. Κτηριακό κέλυφος

- Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου υπό μελέτη νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Συντελεστής Θερμοπερατότητας [ $W/ m^2 \cdot K$ ]			
	Κλιματική Ζώνη			
	A	B	Γ	Δ
Οροφές	0.50	0.40	0.38	0.35
Εξωτερικοί τοίχοι	0.60	0.50	0.44	0.33
Pilotis	0.50	0.40	0.40	0.30
Δάπεδα σε επαφή με έδαφος ή μη	1.50	1.00	0.38	0.35

θερμαινόμενους χώρους				
Διαχωριστικοί τοίχοι με μη θερμαινόμενους χώρους	1.50	1.00	0.70	0.50
Ανοίγματα	3.20	3.00	2.80	2.60
Γυάλινες προσόψεις μερικώς ή καθόλου ανοιγόμενες	1.80	1.80	1.80	1.80

Εικ. 2.1: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας.[44]

○ Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $k_m$  του υπό μελέτη κτηρίου (νέου ή ανακαινιζόμενου) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα όρια που δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

F/V [m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής $k_m$ [W/ m <sup>2</sup> *K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤0.2	1.32	1.00	0.80	0.65
0.3	1.23	0.94	0.75	0.62
0.4	1.15	0.89	0.71	0.58
0.5	1.08	0.84	0.66	0.55
0.6	1.02	0.79	0.63	0.51
0.7	0.97	0.74	0.59	0.49
0.8	0.94	0.71	0.57	0.47
0.9	0.92	0.69	0.54	0.45
≥1.0	0.91	0.67	0.52	0.43

Εικ. 2.2: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας  $k_m$  ανά κλιματική ζώνη. .[44]

Όπου  $F/V$  είναι ο λόγος της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του.

ο Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $k_{m(W,F)}$  των επιφανειών των εξωτερικών τοίχων συμπεριλαμβανομένων των ανοιγμάτων δεν υπερβαίνει την τιμή  $1.80 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$  ανά όροφο.

### **3. ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις**

Τέλος, υπάρχει μια σειρά από προδιαγραφές και περιορισμούς που πρέπει να πληρούν οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτηρίου, που δεν αναφέρονται εδώ καθώς δεν εμπίπτουν στο περιεχόμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

## B. Τεχνικά χαρακτηριστικά κτηρίου αναφοράς

### **1. Σχεδιασμός κτηρίου**

Το κτήριο αναφοράς, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, έχει ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά με το υπό μελέτη κτήριο. Η μόνη διαφορά είναι πως αν στο υπό μελέτη κτήριο υπάρχουν άνω του ενός ΠΗΣ, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου αναφοράς. Τα ιδιαίτερα δομικά στοιχεία των ΠΗΣ αντικαθίστανται στο κτήριο αναφοράς με αντίστοιχες συμβατικές (διαφανείς ή μη) επιφάνειες.

### **2. Κτηριακό κέλυφος**

Θερμομόνωση και θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κτηριακού κελύφους:

- ο Το κτήριο αναφοράς διαθέτει θερμομονωμένα εξωτερικά δομικά στοιχεία, σύμφωνα με συγκεκριμένες απαιτήσεις (άρθρο 8 KENAK)
- ο Το κτήριο αναφοράς περιλαμβάνει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) με συντελεστή ανάκλασης ηλιακής ακτινοβολίας 0,60. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιία ή από ηλιακούς συλλέκτες, η ανακλαστικότητα καθορίζεται ανάλογα με την κατασκευή. Αντίστοιχα, ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας για το κτήριο αναφοράς είναι 0,8.
- ο Το κτήριο αναφοράς διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.α.), ώστε ο μέσος συντελεστής σκίασης των ανοιγμάτων (σύμφωνα με το EN 13790) κατά την θερινή περίοδο να είναι

τουλάχιστον 0,50 για τις νότιες όψεις και 0,60 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό. Τα εσωτερικά σκίαστρα (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκίαστρα.

- Για το κτήριο αναφοράς ορίζεται ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοστασίων στην ηλιακή ακτινοβολία  $G_T = 0,76$  και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας  $G_V = 0,65$ .
- Ο μέσος συντελεστής σκίασης των αδιαφανών κάθετων επιφανειών του κτηρίου αναφοράς, τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο, ορίζεται σε 0,9.
- Η διείσδυση του αέρα για το κτήριο αναφοράς ορίζεται σε  $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ανά  $\text{m}^2$  κουφώματος. Ο αερισμός μέσω τυποποιημένων θυρίδων αερισμού για το κτήριο αναφοράς, λαμβάνεται όπως και στο σχεδιαζόμενο κτήριο.
- Η θερμική μάζα του κτηρίου αναφοράς λαμβάνεται ίση με  $250 \text{ kJ/K.m}^2$  θερμαινόμενης επιφάνειας κτηρίου.

### **3. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις**

Προσδιορίζονται λεπτομερώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτηρίου αναφοράς. [44]

#### **2.1.2.3 Συμβατικά θερμομονωτικά υλικά**

##### **○ Ανόργανης προέλευσης**

**Περλίτης:** βρίσκεται στη φύση με τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Αποτελείται από  $\text{SiO}_2$  κατά 75%. Σε θερμοκρασίες άνω των  $1000^\circ \text{C}$  διαστέλλεται, θρυμματίζεται, ο όγκος του αυξάνεται κατά 15-25 φορές και λαμβάνεται ο διογκωμένος περλίτης. Χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό για την κατασκευή μονωτικών πλακών. Λόγω του αυξημένου πορώδους του και αναμεμιγμένος με τσιμέντο χρησιμοποιείται συχνά ως θερμομονωτική και ηχομονωτική στρώση κάτω από τα δάπεδα.



**Σκυροδέματα μικρής φαινόμενης πυκνότητας:** είναι σκυροδέματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αέρα ή σκυροδέματα με αδρανή από αφρώδη πολυστυρόλη τα οποία έχουν σφαιρική μορφή και διαβάθμιση 1/6 mm. Στην πρώτη περίπτωση με τη χρήση ειδικών χημικών μέσων δημιουργούνται φυσαλίδες μέσα στη μάζα του σκυροδέματος, ενώ στη δεύτερη η περιεκτικότητα σε αδρανή είναι 60-80% κ.ό.

#### ο **Ινώδη υλικά ανόργανης προέλευσης**

Αναφέρονται συνήθως ως ίνες ορυκτής προέλευσης. Το μήκος των ινών είναι διαφορετικό για κάθε υλικό και εξαρτάται από την αντοχή του υλικού και τη διατομή των ινών. Είναι, εν γένει άφλεκτα υλικά και έχουν αυξημένη αντοχή, παρουσιάζουν όμως μειωμένη ελαστικότητα και γήρανση. Τα υλικά χρησιμοποιούνται με τη μορφή παπλωμάτων, και μαλακών ή σκληρών πλακών. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα:

**Υαλοβάμβακας:** παρασκευάζεται από πυριτικό γυαλί με ειδική κατεργασία. Είναι άκαυστος και δεν προσβάλλεται από τα οξέα πλην του υδροχλωρικού. Προσβάλλεται όμως από την υγρασία και πρέπει να προστατεύεται.

**Πετροβάμβακας:** παρασκευάζεται από ορυκτά ασβεστολιθικής προέλευσης με ειδική κατεργασία. Αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (έως 800°C) και χρησιμοποιείται κυρίως για μόνωση σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, αλλά πρέπει και αυτός όπως και ο υαλοβάμβακας, να προστατεύεται από την υγρασία.

**Ορυκτοβάμβακας:** παρασκευάζεται από ασβεστόλιθο, ο οποίος διαμορφώνεται σε λεπτές ίνες. Χρησιμοποιείται για μόνωση σωληνώσεων και στις οικοδομές είτε ως μονωτικό με τη μορφή πλακών, είτε εκτοξευμένος για την κατασκευή μονωτικών στρώσεων. Πρέπει, όμως, και αυτός να προστατεύεται από την υγρασία.

Τα ινώδη αυτά υλικά προέρχονται από μη ανανεώσιμα (πλην της υάλου), προέρχονται όμως από υλικά που βρίσκονται σε αφθονία στη φύση. Κατά την παραγωγή τους που είναι σχετικά ενεργοβόρα εκπέμπονται μεγάλες ποσότητες CO<sub>2</sub>. Επίσης, οι συνδετικές ουσίες που χρησιμοποιούνται έχουν ως βάση τη φορμόλη και την ουρία, και απελευθερώνουν μεγάλες ποσότητες τοξικής φορμαλδεΐδης<sup>2</sup>. Εν γένει

---

<sup>2</sup> Η φορμαλδεΐδη είναι ο πιο γνωστός οργανικός ρύπος που υπάρχει στους εσωτερικούς χώρους, ανήκει στην κατηγορία των οργανικών πτητικών ενώσεων και συνιστά έναν από τους πρώτους ρύπους

όλα τα ινώδη υλικά είναι καρκινογόνα και επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό.[21,20,103]

### ο **Οργανικής προέλευσης**

**Φελλός:** χρησιμοποιείται ο φυσικός φελλός διαμορφωμένος σε πλάκες ή φύλλα. Είναι υλικό ελαφρύ και επιπλέει στο νερό. Είναι αδιαπέρατος από το νερό και άλλα υγρά. Έχει μεγάλη συμπιεστότητα και ελαστικότητα και μεγάλη αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων. Επίσης κατασκευάζονται πλάκες από διογκωμένα πεπιεσμένα τρίμματα φελλού, συγκολλημένα με άργιλο, ρητίνη ασφαλτικά υλικά ή χωρίς καθόλου συνδετικό υλικό.

**Διογκωμένη πολυουρεθάνη:** παρασκευάζεται από ανάμιξη οργανικών ουσιών παρουσία καταλύτη και ακολούθως διογκώνεται. Αποτελείται από κλειστές κυψελίδες. Εφαρμόζεται επί τόπου στο έργο με ψεκασμό. Δεν διαβρώνεται από τοξικές και χημικές ουσίες. Δεν επιτρέπει όμως τη διαπνοή του κτηρίου και κατά τη χρήση της διαφεύγουν αμίνες, ουσίες ιδιαίτερα τοξικές για τον άνθρωπο. Σε περίπτωση πυρκαγιάς παράγεται κυάνιο, ουσία φοβερά τοξική. Επίσης, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και είναι μη ανακυκλώσιμη. [103,21,20]

**Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη:** παρασκευάζεται με πιο εξελιγμένη μέθοδο επεξεργασίας από ότι η διογκωμένη πολυστερίνη, με αποτέλεσμα το υλικό να αποτελείται από κλειστές κυψελίδες και να μην απορροφά υγρασία όπως η διογκωμένη πολυστερίνη. Συνεπώς συνιστά άριστο θερμομονωτικό υλικό. Προέρχεται, όμως, από υδρογονάνθρακες (μη ανανεώσιμη πηγή), και η παραγωγή της θερμοπλαστικής πολυστυρόλης που αποτελεί τη βασική πρώτη ύλη της εξηλασμένης πολυστερίνης είναι μια ενεργοβόρα διαδικασία. Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει συνεπώς υψηλή ενσωματωμένη ενέργεια καθώς επίσης είναι ένα μη ανακυκλώσιμο υλικό. Τέλος, εμποδίζει τη διαπνοή του κτηρίου, συμβάλει στην καταστροφή του όζοντος (απελευθερώνει χλωροφθοράνθρακες) και κατά τη χρήση της διαφεύγει στυρένιο, και άλλες πτητικές ουσίες στην ατμόσφαιρα. [103,21,20]

---

υπεύθυνους για την ανακάλυψη του συνδρόμου του άρρωστου κτηρίου (sick buildings). Για το λόγο αυτό είναι πλέον απαγορευτική η χρήση τους στο εσωτερικό των κτηρίων. [21, 103]

### ○ **Ινώδη μονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης**

Το πιο χαρακτηριστικό υλικό αυτής της κατηγορίας είναι το ξυλόμαλλο. Παρασκευάζεται, κυρίως, από ίνες ξύλου αλλά και από φύκια, καλάμια ή άλλα λεπτά οργανικά υλικά αναμεμιγμένα με τσιμέντο υψηλής αντοχής. Παρουσιάζει υψηλή αντοχή σε κάμψη, θλίψη, γήρανση και είναι ανθεκτικό στη φωτιά. Πρέπει όμως, να προστατεύεται από την υγρασία. Βρίσκεται σε δύο τύπους το Heraclith και το Heratecta. Το **Heraclith** είναι συμπαγείς πλάκες από ξυλόμαλλο και χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό και ηχομονωτικό υλικό, δεν έχει χημικές προσμίξεις, δεν απαιτείται πολύ ενέργεια για την παραγωγή του, και είναι ανακυκλώσιμο. Επιπλέον, δεν παρουσιάζει επιπτώσεις στην υγεία των χρηστών, και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες σε περίπτωση πυρκαγιάς. Το **Heratecta** το οποίο είναι σύνθετες πλάκες οι οποίες αποτελούνται από τρεις στρώσεις. Οι δύο εξωτερικές είναι πλάκες από ξυλόμαλλο και η ενδιάμεση είναι διογκωμένη πολυστερίνη ή πολυουρεθάνη. Χρησιμοποιείται σε αυξημένες απαιτήσεις θερμομόνωσης. [21,103]

#### **2.1.2.4 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά**

○ **Biofiber (βιοπολυμερές από καλαμπόκι):** παράγεται αποκλειστικά από οργανικές πρώτες ύλες, μέσα από τη διαδικασία ελεγχόμενης ζύμωσης κόκκων καλαμποκιού. Είναι 100% βιοδιασπώμενο, προέρχεται από γρήγορα ανανεώσιμη πηγή, και είναι απολύτως φιλικό προς το χρήστη και το περιβάλλον. Διατίθεται σε πλάκες διαφόρων παχών.

○ **Διογκωμένος Φελλός:** προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή, και για την παραγωγή του απαιτείται χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (80-90 kWh/m<sup>3</sup>). Είναι απολύτως ανακυκλώσιμο υλικό, φιλικό και για το χρήστη όταν δεν χρησιμοποιούνται συνθετικές συγκολλητικές ουσίες.

○ **Μαλλί προβάτου (Naturtherm-Wo):** προέρχεται από ταχέως ανανεώσιμη πηγή, είναι ανακυκλώσιμο και απαιτείται χαμηλή ενέργεια για την παραγωγή του. Συνιστά ένα εξαιρετικό θερμομονωτικό αλλά και ηχομονωτικό υλικό με μοναδικό μειονέκτημα τη χρήση χημικών μυκητοκτόνων που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη μείωση του κινδύνου πυρκαγιάς. Έχει την ικανότητα να απορροφά μεγάλα ποσοστά

υγρασίας καθότι οι ίνες του μαλλιού είναι υγροσκοπικές. Κατάλληλο για διαπνέουσες κατασκευές και προσφέρει δροσισμό του χώρου το καλοκαίρι και θέρμανση το χειμώνα.

- **Λινάρι (Flax):** χρησιμοποιούνται οι ίνες του φυτού αυτού και συνήθως σκόνη πατάτας ως συνδετικό υλικό, για την παραγωγή του θερμομονωτικού αυτού υλικού. Παράγεται σε μορφή ρολών ή και πετασμάτων, έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda=0,038 \text{ W/m}^*\text{K}$  και βρίσκει εφαρμογή σε τοίχους, δάπεδα, οροφές και στέγες.
- **Κάνναβη (Hemp):** θεωρείται εν γένει υλικό με πολλές προοπτικές στην αγορά. Διατίθεται σε μορφή ρολών και στρωμάτων, και χάρη στη χαμηλή θερμοαγωγιμότητά του ( $\lambda=0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ ) είναι κατάλληλο για πολλές εφαρμογές.
- **Κυτταρίνη:** προέρχεται από απορρίμματα χαρτιού και πολτό ξύλου. Είναι από τα πιο δημοφιλή ανανεώσιμα υλικά στην Ευρώπη, διαθέσιμο σε πλάκες, σε μορφή χαλαρά συνδεδεμένου υλικού αλλά και σε σάκους για εφαρμογές γεμίματος σε σοφίτες. Μπορεί ακόμη να ψεκάσθει σε κατασκευές από ξύλο. Ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά παραδείγματα αυτού του τύπου μόνωσης αποτελεί η μόνωση από ανακυκλωμένες εφημερίδες με συντελεστή θερμοαγωγιμότητας  $\lambda=0,040 \text{ W/m}^*\text{K}$ !
- **Naturtherm-ke:** είναι ένα πρωτοποριακό ηχομονωτικό και θερμομονωτικό βιολογικό υλικό από Kenaf από φυσικές ίνες παρόμοιες με την κάνναβη. Χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο από τους αρχαίους χρόνους. Καθαρίζει το έδαφος από τοξικά στοιχεία όπως βαριά μέταλλα και φέρνει σημαντικές ποσότητες οξυγόνου στο έδαφος. Η καλλιέργειά του είναι οικολογική. Οι ίνες θερμοσυγκολλούνται χωρίς τη χρήση κανενός χημικού πρόσθετου. Το υλικό αυτό έχει υψηλά χαρακτηριστικά διαπνοής, αντίστασης, ευκαμψίας. Δεν επηρεάζεται από τα έντομα και τρωκτικά. Έχει υψηλή αντίσταση στην εμφάνιση μούχλας και είναι απολύτως ανακυκλώσιμο.
- **Recycletherm:** πρόκειται για βιολογικό μονωτικό υλικό το οποίο παράγεται από την ανακύκλωση βαμβακερών υφασμάτων στο τέλος του κύκλου χρήσης τους. Ρούχα, υφάσματα, μάλλινα, κ.λπ., αποστειρώνονται στους  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  και μετατρέπονται σε θερμο-ηχομονωτικό υλικό χωρίς την προσθήκη χημικών. Το Recycletherm συνιστά οικοδομικό υλικό με υψηλές αξίες στην θερμομόνωση και ηχομόνωση με πολύ χαμηλή περιβαλλοντική επιβάρυνση.
- **Therma/flex wood:** ευέλικτο θερμομονωτικό υλικό αποτελούμενο από ίνες φυσικού ξύλου, τις φλούδες των κορμών των δέντρων και των πριονιδιών.

Κατασκευάζεται χωρίς χημικές συγκολλητικές ουσίες και είναι απολύτως βιοδιασπώμενο και ανακυκλούμενο. Είναι διαπνέον, έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα και ενεργεί σαν φυσικός ρυθμιστής της υγρασίας. [103,52]

### **2.1.2.5 Κριτήρια επιλογής τύπου και υλικών μόνωσης**

- Εκμετάλλευση θερμοχωρητικότητας στοιχείων κελύφους
- Χρήση κτηρίου (ωράριο λειτουργίας)
- Αποφυγή θερμογεφυρών
- Υγροπροστασία
- Μηχανική(στατική) αντοχή
- Κόστος θερμομονωτικών υλικών
- Ευκολία εφαρμογής, επιδιόρθωσης
- Αντοχή σε περιβαλλοντικές επιδράσεις
- Φιλικά προς το περιβάλλον και τον χρήστη

## **2.2 Προστασία Κελύφους από υγρασία (Υγρομόνωση)**

Η εμφάνιση υγρασίας στα μέλη των κατασκευών είναι δυνατόν να δημιουργήσει σημαντικές ζημιές μέχρι και καταστροφή των δομικών υλικών. Επίσης, μειώνει σε μεγάλο βαθμό και τη θερμομονωτική τους ικανότητα. Αυτό έχει ως συνέπεια να αυξηθεί το κόστος θέρμανσης και συγχρόνως η θέρμανση να μην είναι επαρκής. Ο χώρος γίνεται ανθυγιεινός και ακατάλληλος για διαμονή. [21] Η υγροπροστασία περιλαμβάνει το σύνολο των μέτρων που αποτρέπουν το νερό που προέρχεται από το περιβάλλον να εισχωρήσει μέσα στο κτήριο. Αφορά το νερό της βροχής, το νερό που ρέει ή λιμνάζει στην επιφάνεια του εδάφους αλλά και στα υπόγεια ύδατα. Περιλαμβάνει, επίσης, μέτρα που στοχεύουν στην αποτροπή των διαρροών από τις εγκαταστάσεις του κτηρίου και στην αποφυγή των συμπυκνώσεων των υδρατμών που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, στην επιφάνεια ή στη μάζα των δομικών στοιχείων του κτηρίου. Η υγροπροστασία είναι συνεπώς απαραίτητη στα κτήρια, εφόσον η υγρασία και το νερό αποτελούν σοβαρό παράγοντα παθολογίας της κατασκευής και υποβάθμισης της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος. [28] Στην περίπτωση

όπου γίνεται υγροποίηση υδρατμών στο εσωτερικό της κατασκευής, πρέπει, για να αποφευχθεί το φαινόμενο αυτό, με την τοποθέτηση μίας πρόσθετης στρώσης στη μόνωση του κτηρίου, το λεγόμενο φράγμα υδρατμών. Ως φράγματα υδρατμών χρησιμοποιούνται πλαστικοποιημένες μεμβράνες από ασφαλτο ή πίσσα, ασφαλτόχαρτα, πισσόχαρτα, ασφαλτόπανα, φύλλα από αλουμίνιο, φύλλα από πολυαιθυλένιο, πλαστικά υλικά με τη μορφή λωρίδων και πλαστικά χρώματα μη υδατοπερατά. [21]

### 2.3 Προστασία Κελύφους από Θόρυβο (Ηχομόνωση)

Όταν σε ένα διαχωριστικό πέτασμα προσπίπτουν ηχητικά κύματα, ένα τμήμα της ηχητικής ισχύος τους ανακλάται ή απορροφάται από το πέτασμα και το υπόλοιπο τμήμα της διέρχεται στην άλλη πλευρά του. Η ιδιότητα του διαχωριστικού πετάσματος/τοίχου να εμποδίζει την ηχομετάδοση από τη μία πλευρά στην άλλη ονομάζεται ηχομόνωση. Επίσης ως ηχομόνωση αναφέρονται και όλα τα μέτρα που λαμβάνονται για τη μείωση της ηχομετάδοσης. Σε σχέση με την ηχομόνωση ο ήχος διακρίνεται σε αερόφερτο και κτυπογενή. Αερόφερτος είναι ο ήχος ο οποίος φτάνει στο εξεταζόμενο κτηριακό στοιχείο μέσω του αέρα. Ενώ κτυπογενής είναι ο ήχος που παράγεται με κτυπήματα πάνω στο εξεταζόμενο κτηριακό στοιχείο. Στα κτήρια ο κτυπογενής ήχος δημιουργείται στα πατώματα είτε από βήματα, είτε από την πτώση ή κρούση αντικειμένων πάνω σε αυτά.

Η ηχομονωτική ικανότητα των **απλών πετασμάτων** είναι δυνατόν να προσδιοριστεί θεωρητικά από το νόμο της μάζας. Σύμφωνα με το νόμο αυτό ο δείκτης ηχομείωσης  $R$  των απλών πετασμάτων είναι ανάλογος της συχνότητας και του επιφανειακού βάρους τους. Δηλαδή, όσο μεγαλύτερο βάρος τόσο υψηλότερος ο δείκτης ηχομείωσής του. [21] Υλικά που εξασφαλίζουν ηχοαπορρόφηση ή ηχομόνωση είναι το υαλόμαλλο, ο φελλός, τα υφάσματα, το ξυλόμαλλο (Heraclith) καθώς υπάρχουν φυσικά και διάφορα είδη ειδικών ακουστικών πλακών. [28]

Η ηχομονωτική ικανότητα των **παραθύρων** (με μονό υαλοπίνακα) ακολουθεί επίσης τον νόμο της μάζας και εξαρτάται από το πάχος του υαλοπίνακα και από τη γωνία πρόσπτωσης του ηχητικού κύματος. Γενικά, υψηλές τιμές του δείκτη

ηχομείωσης των παραθύρων αυτών επιτυγχάνονται με την αύξηση του βάρους του υαλοπίνακα, την περιμετρική αεροστεγή σφράγιση των αρμών και τη χρησιμοποίηση παρεμβυσμάτων ανάμεσα στα πλαίσια και στην κάσα στήριξης. Υψηλότερες τιμές ηχομόνωσης λαμβάνονται με τη χρήση παραθύρων με διπλούς υαλοπίνακες. Η ηχομόνωσή τους αυξάνεται με την αύξηση του πάχους του διάκενου μεταξύ των δύο υαλοπινάκων, καθώς επίσης όταν τα πάχη των δύο υαλοπινάκων είναι διαφορετικά μεταξύ τους. Οι τιμές του δείκτη ηχομείωσης αυξάνονται ακόμη περισσότερο όταν οι δύο υαλοπίνακες είναι τοποθετημένοι σε διαφορετικά φύλλα, οπότε μειώνεται η σύζευξή τους. Τέλος, σημαντική αύξηση της ηχομόνωσης στα διπλά παράθυρα επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ηχοαπορροφητικού υλικού στην πλευρική επιφάνεια ανάμεσα στους δύο υαλοπίνακες.

## **2.4 Υλικά κατασκευής και οικολογία**

Ο τομέας της κατασκευής καταναλώνει παγκοσμίως τρία δισεκατομμύρια τόνους πρώτων υλών κάθε έτος ή 40% της συνολικής χρήσης. Η χρήση ενεργειακά και περιβαλλοντικά οικοδομικών υλικών μπορεί να συντελέσει στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνδέονται με την εξαγωγή, τη μεταφορά, την επεξεργασία, την εγκατάσταση, την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, και τη διάθεση αυτών των υλικών ως πρώτη ύλη για νέα οικοδομικά υλικά. [94]

Μέχρι περίπου την εποχή της «Βιομηχανικής Επανάστασης», το μεγαλύτερο μέρος των κατασκευών δομείται με υλικά της εγγύς περιοχής, για λόγους όχι μόνο τεχνικούς, αλλά και οικονομικούς, καθώς η μεταφορά από απομακρυσμένες περιοχές αποτελεί όχι μόνο τεχνικό πρόβλημα, αλλά και «οικονομικό μέγεθος», διότι απαιτεί ενεργειακή δαπάνη (μεταφορικό μέσο, κόπο, χρόνο, χρήμα, σκέψη), ενώ υποστηρίζεται, ότι όλες οι ενέργειές μας θα πρέπει να τείνουν στη χρήση κατά κανόνα επιτόπιων προϊόντων, καθώς αυτά είναι «οργανικά» συνδεδεμένα με την ταυτότητα του τόπου, αλλά και το χαρακτήρα, την ψυχοσύνθεση και τις συνήθειες των «γηγενών» κατοίκων.

Σε αντίθεση με αυτή την κατασκευαστική λογική, η δόμηση των σύγχρονων κτηρίων, συχνά δε και η αποκατάσταση των παλαιών, γίνεται με αλόγιστη χρήση των

ενεργειακών αποθεμάτων, με υλικά κατά κανόνα «μη καθαρά» και τεχνικές επιβλαβείς και ενεργοβόρες, καθώς, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και την άρση διαφόρων τεχνικής φύσεως εμποδίων, τα ενεργειακά μεγέθη παύουν να απασχολούν τον άνθρωπο, που νοιώθει κυρίαρχος της Φύσης χάρη στις γνώσεις του και αρχίζει να κατασπαταλά τις διάφορες πλουτοπαραγωγικές πηγές, υποθηκεύοντας έτσι το μέλλον των επόμενων γενεών. Η αλόγιστη αυτή χρήση της ενέργειας οδήγησε στην ενεργειακή κρίση και την υποβάθμιση του περιβάλλοντος που βιώνουμε σήμερα.

#### **2.4.1 Ορισμός οικολογικών υλικών**

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια βάσει των οποίων ένα υλικό μπορεί να χαρακτηριστεί ως οικολογικό ή μη. Τα περισσότερα από αυτά έχουν να κάνουν με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που έχει η παραγωγή ενός υλικού καθώς επίσης και με την απαιτούμενη, για την παραγωγή του, ενέργεια. Τα κυριότερα κριτήρια για την αξιολόγηση ενός οικολογικού υλικού είναι :

- Επιρροή του υλικού στο περιβάλλον εξαιτίας εξόρυξης-συλλογής
- Σχέση μεταξύ της επιρροής εξόρυξης-συλλογής με την παραγωγή του υλικού.
- Σχέση μεταξύ του μεγέθους των πόρων που χρησιμοποιούνται (εξόρυξη συλλογή) με την ικανότητα ανανέωσής τους.
- Η μόλυνση του περιβάλλοντος σε σχέση με την παραγωγή και την κατασκευή
- Η ενσωματωμένη ενέργεια του υλικού
- Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του υλικού
- Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά στην κατασκευή
- Η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την κατασκευή στην οικοδομή
- Οι απώλειες του υλικού κατά τη συσκευασία-μεταφορά
- Η απαιτούμενη συντήρηση κατά τη διάρκεια ζωής ενός υλικού
- Το περιβαλλοντολογικό κόστος κατά τη διάρκεια ζωής-τοξικότητα
- Το περιβαλλοντολογικό κόστος κατά τη διάρκεια ζωής -λειτουργία του υλικού στην κατασκευή
- Ο χρόνος ζωής ενός υλικού



- Οι επιπτώσεις κατά τη διάρκεια της πλήρους λύσεώς τους στο πέρας του κύκλου ζωής
- Η ικανότητα ανακύκλωσης των υλικών
- Η ικανότητα βιοδιάσπασης των υλικών [103,20]

#### **2.4.1.1 Ενσωματωμένη ενέργεια**

Ενσωματωμένη ενέργεια, είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία, τη μεταφορά του προϊόντος που παρασκευάζεται, αφορούν στην ενσωματωμένη ενέργειά του. Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας, καθότι υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν γενικά, κατά τη διαδικασία παραγωγής τους μεγάλες εκπομπές CO<sub>2</sub> και θερμική ρύπανση. Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού που παράγεται σε μία χώρα με συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία είναι πολύ πιθανόν να είναι πολύ διαφορετική από την ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού που παράγεται σε άλλη χώρα με διαφορετική παραγωγική διαδικασία. Εξάλλου, στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνουμε και την ενέργεια μεταφοράς του υλικού στην τελική του θέση. Παραδείγματος χάρη, το ξύλο, που είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη με μικρή ενσωματωμένη ενέργεια, όταν έρχεται από τον Αμαζόνιο η ενσωματωμένη ενέργειά του αυξάνεται κατά πολύ. Επίσης, ένα υλικό που δεν επιβαρύνει περιβαλλοντικά με τη συλλογή των πρώτων υλών του μέσα από τη φύση, μπορεί να προκαλέσει οικολογική ζημιά μέσω της παραγωγικής του διαδικασίας (κατεργασία, μεταφορά). Τα μέταλλα και το γυαλί είναι ενεργειακά επιζήμια κατά την παραγωγή τους καθότι για την παραγωγή τους απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας ενώ οι φυσικοί λίθοι που απαιτούν μικρή σχετικά ενέργεια κατά την παραγωγή τους απαιτούν σχετικά μεγάλη ενέργεια για τη μεταφορά τους. Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού εξαρτάται κυρίως από την επεξεργασία που δέχεται το υλικό αυτό. Για το λόγο αυτό διαφορετικές μορφές του ίδιου υλικού, έχουν συχνά διαφορετική ενσωματωμένη ενέργεια. [20]

Μείωση της συνολικής ενσωματωμένης ενέργειας μιας κατασκευής επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Υλικά που αγοράζονται

χωρίς ποτέ να χρησιμοποιούνται ή κτήρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν, δεν αποτελούν οικολογικό σχεδιασμό εφόσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια.

Η μεταφορά ενός υλικού από τη θέση παραγωγής στη θέση εφαρμογής είναι επίσης ένα κριτήριο που επηρεάζει την οικολογική θέση του υλικού. Επιλέγοντας υλικά που παράγονται κοντά στο τόπο της κατασκευής μειώνεται το ποσό των καυσίμων (και της ενέργειας) που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά τους. Εξάλλου ένα από τα μεγάλα συνήθη τρέχοντα κοστολόγια των εργοταξίων αποτελούν τα καύσιμα. Από μελέτες έχει προκύψει ότι ο σιδηρόδρομος είναι οκτώ φορές οικονομικότερος (και οικολογικότερος) από τη μεταφορά των υλικών με αυτοκίνητα. Δυστυχώς όμως στην Ελλάδα το σιδηροδρομικό δίκτυο είναι πολύ περιορισμένο, με αποτέλεσμα να αφήνει ως μόνη επιλογή τις μεταφορές με αυτοκίνητα.

Για την αξιολόγηση της οικολογικής συμπεριφοράς ενός υλικού υπάρχει σχετική διεθνής βιβλιογραφία, για την ενσωματωμένη ενέργεια, την ικανότητα ανακύκλωσης, καθώς επίσης και για διάφορες άλλες παραμέτρους που αφορούν σε οικολογικά κριτήρια επιλογής των υλικών. Στην ουσία όμως απαραίτητο είναι να υπάρξει αξιολόγηση των υλικών που χρησιμοποιούνται και στην Ελλάδα του 21ου αιώνα. Η έλλειψη μιας τέτοιας βάσης δεδομένων για την Ελλάδα καθιστά υποχρεωτική την προσφυγή σε βάσεις δεδομένων άλλων, κατά προτίμηση ευρωπαϊκών χωρών. Στην περίπτωση αυτή τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή ποιοτικών συμπερασμάτων και τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών δομικών υλικών, όχι όμως απαραίτητα για την εξαγωγή απόλυτων μεγεθών. [20]

#### **2.4.1.2 Κύκλος ζωής κτηρίου και δομικών υλικών**

Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια.

1. Συλλογή-εξόρυξη
2. Βιομηχανική παραγωγή-επεξεργασία
3. Κατασκευή
4. Χρήση της κατασκευής
5. Κατεδάφιση
6. Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση

Η ανάλυση του κύκλου ζωής είναι και αυτή μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, δραστηριότητα ή διεργασία, προσδιορίζοντας και ποσοτικοποιώντας την ενέργεια και τα υλικά που χρησιμοποιούνται, καθώς και τα απόβλητα που απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Με την ανάλυση του κύκλου ζωής εκτιμώνται οι επιπτώσεις από τη χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων κατά την παραγωγή, χρήση και αποβολή ενός υλικού. Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας δηλαδή την εξαγωγή και επεξεργασία πρώτων υλών, την κατασκευή, τη μεταφορά και διανομή, τη χρήση, την επαναχρησιμοποίηση, τη συντήρηση, και τέλος την ανακύκλωση και την τελική αποβολή. Πρόκειται δηλαδή για ένα εργαλείο περιβαλλοντολογικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που σκοπό έχει να αποτιμήσει τις επιδράσεις από τη χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της αποβολής των αποβλήτων στο περιβάλλον όπως και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής ενός προϊόντος.



Εικ. 2.4:: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού [20]

Είναι προφανές, ότι η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μεγαλύτερη από υλικά που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής.

### 2.4.1.3 Ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση

Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως πέντε δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα. Για την οικολογικά βέλτιστη κατασκευαστική λύση αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία τα τρία R (Reuse, Reduce, Recycling) δηλαδή, επανάχρηση, εξοικονόμηση, ανακύκλωση. [20] Η **ανακύκλωση** είναι ουσιαστικά μια απόπειρα να μιμηθεί ο άνθρωπος τους υλικούς κύκλους της φύσης, οι οποίοι αποτελούν υπόδειγμα τέλει ανακύκλωσης. Η ανακύκλωση είναι ωφέλιμη κυρίως για υλικά που έχουν την ικανότητα να ανακυκλώνονται, έχουν μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μικρή ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης. Πολλές φορές προκύπτει ένα υλικό να απαιτεί μεγαλύτερο κόστος και ενέργεια να το ανακυκλώσουμε ή να το επαναχρησιμοποιήσουμε παρά να το παράγουμε εξ αρχής. Γενικά ισχύει η αρχή ότι τα υλικά που έχουν μικρή διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής ανακυκλώνονται εύκολα. Δηλαδή, υλικά που έχουν επεξεργαστεί με πολύπλοκες διαδικασίες (υψηλές θερμοκρασίες και σύνθετες χημικές αντιδράσεις) είναι δύσκολο όταν υποστούν γήρανση να ανακυκλωθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ιδιότητας αυτής αποτελούν τα πλαστικά.[20,2]

Η ανακύκλωση των υλικών στη κατασκευή διαχωρίζεται σε τέσσερα είδη: Σε πρωτογενή και δευτερογενή – ανάλογα με τον τομέα που χρησιμοποιούνται τα ανακυκλωμένα υλικά - και σε άμεση και έμμεση – ανάλογα με το πόση επεξεργασία χρειάζονται τα υλικά για να επαναχρησιμοποιηθούν. Στην πρωτογενή ανακύκλωση τα υλικά χρησιμοποιούνται για τους ίδιους σκοπούς της αρχικής τους χρήσης, ενώ στη δευτερογενή αξιοποιούνται σε διαφορετικούς τομείς με αλλαγή του χρηστικού τους χαρακτήρα. Στην άμεση ανακύκλωση, τα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά στην κατασκευή με ελάχιστη ή και καθόλου μεταποιητική διαδικασία πρόκειται ουσιαστικά για επαναχρησιμοποίηση. Ενώ στην έμμεση προηγείται ένας μετασχηματισμός των «απορριμμάτων» προτού χρησιμοποιηθούν, πρόκειται δηλαδή για ανακύκλωση. [9]

Η **επαναχρησιμοποίηση** οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά 95% την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών, η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο. Μερικά υλικά όμως, όπως τα τούβλα, είναι δυσχερές να επαναχρησιμοποιηθούν. [20] Γίνεται πλέον προσπάθεια η κατασκευή να αποτελέσει

αποδέκτη υλικών «απορριμμάτων» εντάσσοντας σε αυτήν υλικά που έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία. Σύνηθες παράδειγμα αποτελεί το MDF, μοριοσανίδες ή ινοσανίδες, που προέρχονται από τα αναξιοποίητα πριονίδια ξύλου που αλλιώς θα κατέληγαν απορρίμματα. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται ήδη δομικά στοιχεία από άχυρα για την κατασκευή ακόμα και φερόντων στοιχείων.

Όσον αφορά στις υπάρχουσες κατασκευές τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- Δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά)
- Ορισμένα μονωτικά (εφ' όσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση)
- Ξυλεία (φέροντος οργανισμού κ.λπ.)
- Προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κ.λπ.)

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δομικά στοιχεία όπως πόρτες παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα. Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Έχει υπολογιστεί ότι σχεδόν 50.000.000 τόνοι από σκυρόδεμα αποβάλλονται στις χωματερές κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ελάχιστο από το σκυρόδεμα αυτό επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται. [20] Το κόστος αυτών των αποβλήτων είναι τεράστιο και για το λόγο αυτό υπάρχουν σε εξέλιξη έρευνες για την προσπάθεια επανάχρησης του σκυροδέματος. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί εργαστηριακά (χωρίς να εφαρμοστεί στη βιομηχανία) ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός του οπλισμού από το σκυρόδεμα, αλλά είναι μία οικονομικά ασύμφορη διαδικασία. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και η επαναχρησιμοποίησή τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας. Μερικά υλικά όμως, όπως τα τούβλα, είναι δυσχερές να επαναχρησιμοποιηθούν.

Η ποσότητα των αποβλήτων που παράγονται στη χώρα μας από τις διάφορες οικοδομικές εργασίες (κατασκευές και κατεδαφίσεις) ανέρχονται σε αρκετά εκατομμύρια τόνους ετησίως (περίπου 4.5 εκτ. τόνους το έτος 2002). Δεδομένου ότι δεν υπάρχει ένα οργανωμένο δίκτυο συλλογής και αξιοποίησης τους, η διαχείριση των υλικών αυτών σήμερα γίνεται αποσπασματικά, δημιουργώντας μεγάλα προβλήματα στο περιβάλλον εξαιτίας της ανεξέλεγκτης διάθεσής τους. Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) emπίπτουν σύμφωνα με τη

νομοθεσία στα «άλλα προϊόντα» και επιβάλλεται η θέσπιση μέτρων με στόχο την επαναχρησιμοποίηση ή/και αξιοποίηση των υλικών αυτών. [46, 59] Με σχέδιο Π.Δ. που υπεγράφη τον Μάιο του 2007 από το ΥΠΕΧΩΔΕ, τα απόβλητα από τις οικοδομές και τις κατεδαφίσεις είναι σχεδόν έτοιμα να ενταχθούν σε συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης. Το σχέδιο προβλέπει την αξιοποίηση του 30% των μπαζών έως το 2010 και του 60% έως το 2015, ποσοστά εκ των οποίων και στις δύο περιπτώσεις το 50% πρέπει να ανακυκλώνεται. Τα υλικά που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν θα καταλήγουν σε λατομεία και σε αναπλάσεις. Επίσης, κάθε οικοδομική άδεια πλέον θα πρέπει να συνοδεύεται από πιστοποιητικό για την παράδοση των μπαζών σε ειδικευμένες εταιρείες.

Πέρα από τις έννοιες αυτές οι οποίες βοηθούν στην αξιολόγηση των υλικών ως οικολογικών ή μη, υπάρχει κι ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στην επιλογή των υλικών μιας κατασκευής. Η συμπεριφορά των υλικών ως προς τον χρήστη. Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις κατασκευές περιέχουν ουσίες με τοξική ή ακόμη και καρκινογόνο δράση. Είναι συνεπώς αναγκαίο να εξαιρεθεί η χρήση τους ειδικά σε χώρους κατοικιών και γραφείων στους οποίους ο άνθρωπος περνάει το μεγαλύτερο ποσοστό της ζωής του.

Η κινητικότητα, η χημική σταθερότητα, η τασιενεργός δράση και η τοξικότητα, είναι ιδιότητες ανεπιθύμητες για το περιβάλλον, αλλά επιθυμητές σε ορισμένες χρήσεις στις κατασκευές. **Τοξικότητα** είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές και οι οποίες, όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου. Μεγάλη κινητικότητα, πτητικότητα, χημική αδράνεια και σταθερότητα, είναι ιδιότητες επιθυμητές για τους διαλύτες, όπως είναι ορισμένοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (διχλωρομεθάνιο κ.λ.π.). Οι ουσίες αυτές έχουν τοξική καρκινογόνο και μεταλλαξιογόνο δράση και ο μεγάλος χρόνος παραμονής τους και η βιοσυσσωρευτική τους τάση τις καθιστά ιδιαίτερα οικοτοξικές. Τα πετροχημικά, που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα πλαστικά και τις συγκολλητικές ουσίες είναι συχνά τοξικά. Σχεδόν όλες οι πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες που

χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι από δομικές αλυσίδες του στυρένιου και της βενζίνης οι οποίες είναι υψηλά τοξικές και καρκινογόνες κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Το **ραδόνιο**, επίσης, παράγει φυσική ραδιενέργεια ιδιαίτερα επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και διεισδύει στα κτήρια από υπόγειους χώρους ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από δομικά υλικά, όπως π.χ. το τσιμέντο, που έχουν παραχθεί από πετρώματα περιέχοντα ουράνιο τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στην τοιχοποιία ή στα δάπεδα. Άλλα στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια είναι οι γρανίτες ή τα κεραμικά. Σε όλες τις περιπτώσεις η ρύπανση από ραδιενέργεια ελαττώνεται με καλό αερισμό του χώρου.

Σήμερα κυκλοφορούν στη διεθνή αγορά πληθώρα οικολογικών και φιλικών προς το χρήστη υλικών, που μπορούν να αντικαταστήσουν σιγά-σιγά τα συνήθη υλικά που έχει αποδειχθεί ότι έχουν βλαβερές επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και στον άνθρωπο. Δυστυχώς, τα υλικά αυτά ακόμη δεν είναι πολύ διαδεδομένα στη χώρα μας, και το υψηλό τους κόστος αποτελεί συχνά ανασταλτικό παράγοντα για την επιλογή τους. Είναι απαραίτητη, λοιπόν, και η ευαισθητοποίηση και ενημέρωση του ίδιου του χρήστη προς την κατεύθυνση αυτή.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ**

### **3.1 Ορισμός**

Ο όρος «προκατασκευή» αναφέρεται στην μέθοδο υλοποίησης των κατασκευών κατά την οποία τα επιμέρους δομικά στοιχεία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και κατόπιν μεταφέρονται στον τόπο του έργου όπου συναρμολογούνται. Με αυτόν τον τρόπο δοκοί, υποστυλώματα, πλάκες, τοιχία, σκάλες παράγονται βιομηχανικά σε εργοστασιακές εγκαταστάσεις με τη χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού και συνδέονται στο εργοτάξιο κομμάτι - κομμάτι ώστε να σχηματιστεί η κατασκευή.

### **3.2 Ιστορική Αναδρομή**

Ο συγκεκριμένος τρόπος εκτέλεσης έργου δεν είναι καινούριος, μπορεί να πει κανείς πως είναι τόσο παλιός όσο και τα έργα του ανθρώπινου πολιτισμού αφού η προκατασκευή χρησιμοποιείται από τους αρχαίους χρόνους. Μάλιστα υποστηρίζεται ότι στον παγκόσμια παλαιότερο γνωστό κατασκευασμένο δρόμο Sweet Track στην Αγγλία το 3800 π.Χ., χρησιμοποιήθηκαν προκατασκευασμένα ξύλινα στοιχεία. Μεγάλα και θαυμαστά έργα των αρχαίων λαών, όπως οι πυραμίδες της Αιγύπτου, ο Παρθενώνας και τα περισσότερα μνημεία του αρχαίου κόσμου κατασκευάστηκαν με την συναρμολόγηση μεγάλων δομικών στοιχείων που προκατασκευάστηκαν σε άλλη θέση. Αυτά τα δομικά στοιχεία ήταν ογκόλιθοι ή μαρμάρινα τεμάχια που επεξεργάστηκαν κοντά στα λατομεία εξόρυξής τους, και στην συνέχεια μεταφέρθηκαν και συναρμολογήθηκαν στον τόπο του έργου. [5]

Η πρώτη προκατασκευασμένη οικία αποτελούμενη από ξύλινα φατνώματα, μεταφέρθηκε ακτοπλοϊκά το 1642 από την Βρετανία στη Μασαχουσέτη για να καλύψει τις προσωρινές στεγαστικές ανάγκες του αλιευτικού στόλου της εποχής. Στον σύγχρονο κόσμο, η βιομηχανική επανάσταση υπήρξε η αφετηρία για μια σειρά αλλαγών και επηρέασε βαθιά ολόκληρη τη δομή της κοινωνίας. Από την εποχή του άνθρακα και του σιδήρου και την πρώτη φάση της βιομηχανικής επανάστασης (1750-1870) που σημαδεύεται από τη χρήση του σιδηροδρόμου και του ατμόπλοιου στις μεταφορές η βιομηχανική επανάσταση παίρνει άλλη μορφή με την χρήση νέων



μορφών ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο) και την εφαρμογή επιστημονικής γνώσης. Η μεγάλη σημασία της βιομηχανίας είναι προφανής και η εκβιομηχάνιση γίνεται διεθνώς ο πρωτεύων σκοπός της οικονομικής πολιτικής και αναγνωρίζεται ότι συμβάλλει ουσιωδώς στην οικονομική ανάπτυξη μιας χώρας. Μέσα σε αυτό το κύμα εκβιομηχάνισης ήταν αναμενόμενο η «σύγχρονη» προκατασκευή να εμφανιστεί στην χώρα που ήταν καρδιά της βιομηχανικής επανάστασης δηλαδή στην Μ. Βρετανία. Το Crystal Palace του Joseph Paxton υλοποιήθηκε το 1851, αξιοποιώντας σε μέγιστο βαθμό τις πρώιμες ακόμα τεχνικές. Στις ΗΠΑ η μέθοδος συναρμολόγησης προκατασκευασμένων μεταλλικών τμημάτων οδήγησε από το 1870 στην ανέγερση κτηρίων πολύ μεγάλου ύψους - ουρανοξύστες – όπως το Empire State Building σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα για την εποχή.

Στην εποχή του μεσοπολέμου η έννοια της προκατασκευής δεν είχε την αναμενόμενη διάδοση παρά την πλούσια ανάπτυξη ιδεών για την σύγχρονη μαζική κατοικία. Η ανάδειξη μεγάλων προσωπικοτήτων στον τομέα της Αρχιτεκτονικής όπως ο Walter Gropius έδωσε την κυρίαρχη θέση στην διαδικασία παραγωγής στον μελετητή το ενδιαφέρον του οποίου εστιαζόταν στην ευρηματικότητα και όχι στην επαναληπτικότητα. Μετά το τέλος του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, η συντονισμένη προσπάθεια βιομηχανοποίησης της δόμησης είχε ως αφετηρία την επιτακτική ανάγκη μιας εκτεταμένης και ταχείας δόμησης, με την απασχόληση όσο το δυνατόν λιγότερων εργατικών χεριών. Η καταστροφή μεγάλων αστικών τμημάτων Ευρώπης και Ιαπωνίας, σε συνδυασμό με την πληθυσμιακή έκρηξη που σημειώθηκε τη μεταπολεμική εποχή, δημιούργησαν την ανάγκη για στέγαση εκατομμυρίων ανθρώπων άμεσα και με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Η ύπαρξη ενός αποκλειστικού πελάτη, του κράτους, και η απαίτηση για γρήγορη και αποτελεσματική αντιμετώπιση του προβλήματος, αποτέλεσαν γόνιμο έδαφος για την ανάπτυξη και την εφαρμογή βιομηχανικών κατασκευαστικών μεθόδων. Πρωτεργάτες στον τομέα υπήρξαν κατασκευαστικές εταιρίες από την Ευρώπη και την Ιαπωνία οι οποίες εισήγαγαν τις νέες μεθόδους στην τεχνολογία τις βιομηχανοποιημένης ή συστηματοποιημένης δόμησης. Ενδεικτικά, 125000 κτήρια κατασκευάστηκαν στη Μ . Βρετανία ακολουθώντας τρεις βασικές προκατασκευαστικές μεθόδους (Uni-Seco, Arcon και Airoh), ενώ μέχρι το 1948 είχαν φτάσει τις 160000 με κόστος κοντά στις 216 εκατομμύρια λίρες . Στις Δυτικές χώρες όμως αυτό το είδος των κατασκευών γρήγορα θεωρήθηκε ως κατώτερης κατηγορίας διότι παρουσίαζε ομοιόμορφες όψεις

και επαναλαμβανόμενους όγκους. Με το σύστημα IMS, που σχεδιάστηκε στη Γιουγκοσλαβία, έγινε παραγωγή 10000 οικιστικών μονάδων το χρόνο στις χώρες τις Σοβιετικής κυριαρχίας. Το IMS διέθετε υπομονάδες για κουζίνες, λουτρά, ανελκυστήρες κ.λπ. οι οποίες με την συναρμολόγηση τους πραγματοποιούσαν κτήρια μέχρι 26 ορόφων. Οι προκατασκευασμένες κατοικίες της εποχής αυτής σχεδιάστηκαν με μια διάρκεια ζωής λίγο πάνω από 10 έτη, πολλές όμως από αυτές τα ξεπέρασαν κατά πολύ με κάποιες να υπάρχουν και μέχρι σήμερα. [5]

Στη δεκαετία του '70 η προκατασκευή βρήκε πεδίο εφαρμογής σε κτήρια του δημόσιου τομέα όπως πανεπιστήμια, σχολικά κτήρια, νοσοκομεία, κτήρια γραφείων στρέφοντας τη βιομηχανοποιημένη δόμηση προς τη βαριά προκατασκευή. Ωστόσο η πορεία της βιομηχανοποιημένης δόμησης εμφάνισε προβλήματα κυρίως όσο αφορά την ποιότητα και την ασφάλεια καθώς πολλά ήταν τα συστήματα προκατασκευής που απέτυχαν. Συγκεκριμένα, το 1968 στην Αγγλία στη προκατασκευασμένη πολυκατοικία 22 ορόφων Ronan Point, σε γωνιακό σημείο του 18<sup>ου</sup> ορόφου, σημειώθηκε έκρηξη λόγω διαρροής αερίου η οποία οδήγησε στην κατάρρευση του γωνιακού τμήματος σε όλο το ύψος της πολυκατοικίας. Η λανθασμένη σύνδεση των κατακόρυφων τοιχίων με την πλάκα ήταν η αιτία της κατάρρευσης ολόκληρου του τμήματος της κατασκευής και παρά το γεγονός ότι για το μέγεθος της καταστροφής οι 4 νεκροί και 17 τραυματίες είναι σχετικά μικρός αριθμός, η εικόνα της προκατασκευής υπέστη σοβαρό πλήγμα. [15]

Με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στην κατασκευή και το σχεδιασμό, η προκατασκευή εδραιώνεται ως μια ασφαλής μέθοδος που δεν υπολείπεται σε ποιότητα και αισθητική των συμβατικών μεθόδων κατασκευής. Σήμερα η προκατασκευή βρίσκεται σε μια σταθερά ανοδική πορεία. Εκτιμάται πως το 24% των κατοικιών που κατασκευάζονται στη Γερμανία ανήκουν στην κατηγορία των προκατασκευασμένων με το ποσοστό αυτό να ανέρχεται στο 30% και 42% για τις ΗΠΑ και τη Σκανδιναβία αντίστοιχα.

### **3.3 Η προκατασκευή στην Ελλάδα**

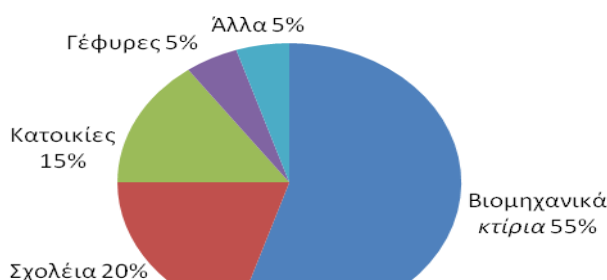
Η προκατασκευή ως μέθοδος δόμησης είχε για πολλά χρόνια αντιμετωπιστεί με μεγάλη επιφυλακτικότητα στην Ελλάδα αν όχι με αρνητικότητα, κάτι που σε ένα

σημαντικό βαθμό ισχύει ακόμη και σήμερα. Ο συμβατικός τρόπος δόμησης θεωρείτο και ο μοναδικός καθώς η αίσθηση που υπήρχε για τα προκατασκευασμένα οικοδομικά έργα ήταν πως πρόκειται για χαμηλής ποιότητας, αμφισβητούμενης ασφάλειας και μειωμένης αισθητικής κατασκευές. Παρόλα αυτά η εκτίμηση αυτή σιγά - σιγά αλλάζει και ολοένα και περισσότεροι ενδιαφέρονται για την προκατασκευασμένη δόμηση. Ενδεικτικό αυτής της επιφυλακτικότητας είναι ότι η προκατασκευή σκυροδέματος εμφανίζεται στην Ελλάδα με μεγάλη καθυστέρηση με την παρουσία της να γίνεται εντονότερη από το 1960 και μετά στον τομέα των κτηριακών κατασκευών, πολύ περισσότερο δε στην κατασκευή γεφυρών, λιμενικών έργων και έργων οδοποιίας.

Η ελληνική βιομηχανία προκατασκευής έχει αναπτυχθεί και εξελιχθεί σημαντικά με σύγχρονες εργοστασιακές μονάδες παραγωγής και μεγάλο αριθμό έργων όπως κατοικίες, σχολικά κτήρια, νοσοκομεία, αθλητικά κέντρα, αποθήκες, κτήρια γραφείων, πανεπιστημιακά κτήρια κ.α.. Στις σημαντικότερες εφαρμογές της προκατασκευής στον ελλαδικό χώρο συγκαταλέγονται σύμμικτες κατασκευές υψηλών προδιαγραφών στο αεροδρόμιο Ελ. Βενιζέλος, προκατασκευασμένες προεντεταμένες γεφυροδοκοί για τις ανάγκες γεφυρών κατά μήκος μεγάλων αυτοκινητοδρόμων όπως της Εγνατίας, αθλητικές εγκαταστάσεις για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004, προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος στην πρόσοψη στο νέο μουσείο της Ακρόπολης, στρωτήρες του ΟΣΕ και του Μετρό, επενδύσεις σηράγγων, μεγάλος αριθμός έργων του ελληνικού στρατού όπως κτήρια στρατιωτικών μονάδων και αποθήκες, ξενοδοχειακές μονάδες.

Μερικές από τις μεγαλύτερες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον κλάδο είναι η ΠΡΟΕΤ, ΠΡΟΕΛΛΑΣ, TopElement, Betoloc, Αρμός Προκατ, ΤΑΧΥΔΟΜΗ κ.α.. Την παρουσία της προκατασκευής στην Ελλάδα καταδεικνύει και η σύσταση του Συνδέσμου Ελληνικών Βιομηχανιών Προκατασκευής Σκυροδέματος (ΣΕΒΠΣ), το 1993, με σκοπό τη διάδοση και την τεχνολογική εξέλιξη της δομικής προκατασκευής από οπλισμένο και προεντεταμένο σκυρόδεμα. Μέλη του είναι οι εταιρίες του ελληνικού χώρου που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό και διαθέτουν κατάλληλα εξοπλισμένες βιομηχανικές μονάδες για την παραγωγή προκατασκευασμένων στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος προεντεταμένου και μη. Η συμμετοχή του κλάδου στην οικοδομική δραστηριότητα της χώρας κυμαίνεται

περίπου στο 2% ετησίως, στις εξοχικές δε κατοικίες το ποσοστό φθάνει το 15%. Σύμφωνα με μελέτες του Ινστιτούτου Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (IOBE), στην Ελλάδα η προκατασκευή συναντάται σε ποσοστό 55% στις βιομηχανικές μονάδες, 20% στην κατασκευή σχολείων, 15% στην κατασκευή κατοικιών, 5% στην κατασκευή γεφυρών και 5% στις υπόλοιπες κατασκευές.



Εικ. 3.1 Η κατανομή των εργασιών του κλάδου στην ελληνική αγορά

### 3.3.1 Τα προβλήματα

Παρά την σημαντική δραστηριότητα του κλάδου σε πολλά και σημαντικά έργα στον ελλαδικό χώρο, η ελλιπής νομοθεσία και η απουσία στήριξης από την πολιτεία που έχει κυρίως να κάνει με την ελλιπή οργάνωση του Δημόσιου τομέα, δεδομένου ότι το κράτος αποτελεί το σημαντικότερο ίσως πελάτη των κατασκευαστών αυτού του είδους, αποτελούν σοβαρά προβλήματα. Επιπλέον, στη χώρα μας υπάρχουν δύο ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της οικονομικής των κατασκευών γενικά, τα οποία μοιραία αφορούν και την προκατασκευή. Αυτά είναι η επίδραση του κεφαλαίου λόγω της στενότητας αυτού και η περίσσεια ανειδίκευτου εργατικού δυναμικού. Για τη δημιουργία υγιούς μονάδας προκατασκευής, δηλαδή για να επιτευχθεί καλή και σταθερή ποιότητα εργασίας άρα και χαμηλό κόστος, απαιτείται σύμφωνα με την πείρα των εξελιγμένων σ' αυτόν τον τομέα χωρών, κεφάλαιο της τάξεως των 1.5-2 εκατομμυρίων ευρώ περίπου, για δε την διατήρηση της παραγωγικότητας της μονάδας σε ικανοποιητικά επίπεδα, είναι αναγκαίος επίσης και όγκος παραγωγής της τάξεως των 80 m<sup>3</sup> σκυροδέματος ημερησίως επί παραδείγματι για μια μονάδα παραγωγής προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος. Απαιτείται λοιπόν σημαντική επένδυση κεφαλαίου, και από την άποψη παραγωγικότητας αυτού,

πλεονεκτούν σαφώς οι μονάδες εκείνες που έχουν τον πιο εξελιγμένο εξοπλισμό. Οι επενδύσεις αυτές σε μηχανικό εξοπλισμό υφίστανται την δυσμενή επιρροή της πάγιας αδυναμίας της Ελληνικής τεχνικής δραστηριότητας, της αυξομείωσης δηλαδή της έντασής της. Εμφανίζεται έτσι το πρόβλημα της υποαπασχόλησης του εξοπλισμού κάθε μονάδας, σε βαθμό τέτοιο που να μη μπορούν να ρυθμιστούν ορθολογικά το ύψος των απαιτούμενων σχετικών επενδύσεων. Από τις επιρροές αυτές δεν μπορεί να ξεφύγει η προκατασκευή επειδή και αυτή είναι υποχρεωμένη να αντιμετωπίσει την Ελληνική αυτήν πραγματικότητα. Για το λόγο αυτό, εμφανίζεται δυσχερής η διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα της αποδοτικότητας της τεχνικής οικονομικής μονάδας της προκατασκευής, επειδή ο κύκλος εργασιών πρέπει να μην είναι κατώτερος του αδρανούς σημείου εκμετάλλευσης, του σημείου εκείνου δηλαδή κάτω από το οποίο η επιχείρηση αποφέρει ζημία. Υπό το πρίσμα αυτό του ευνοϊκού κύκλου εργασιών οι συνθέσεις του εξοπλισμού της μονάδας προκατασκευής διαμορφώνονται έτσι ώστε, στην περίπτωση περιορισμού των σχετικών εργασιών, να μπορεί η μονάδα να επεκτείνει την δραστηριότητά της στην κατασκευή άλλων δομικών στοιχείων χρησιμοποιούμενων στις συμβατικές κατασκευές.

Σύμφωνα με τα παραπάνω το ασθενέστερο σημείο της προκατασκευής στη χώρα μας είναι ο κίνδυνος υποαπασχόλησης της μονάδας, όπως άλλωστε συμβαίνει με όλους τους φορείς της ελληνικής τεχνικής δραστηριότητας. Θα πρέπει λοιπόν η μονάδα προκατασκευής να έχει τέτοια σύνθεση ώστε να είναι εύκολη τόσο η προσαρμογή αυτής σε νέες μεθόδους και συνθήκες, όσο και η μετατροπή της στον μικτό τύπο, να υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα συνδυασμού της προκατασκευής με την παραγωγή συμβατικών οικοδομικών στοιχείων με στόχο την αύξηση του κύκλου εργασιών. [5]

### **3.4 Είδη Προκατασκευής**

#### **3.4.1 Γενικά**

Δεδομένου ότι η τεχνική της προκατασκευής ως μέθοδος δόμησης συναντάται σε τόσο μεγάλο αριθμό έργων με σημαντικά διαφορετικές απαιτήσεις μεταξύ τους όσον αφορά την αισθητική, το σχεδιασμό, τη χρήση, τη διάρκεια ζωής και εν γένει κάθε

χαρακτηριστικό τους, γίνεται αντιληπτό ότι απαιτείται ευελιξία, πολυμορφικότητα, εξέλιξη και εφαρμογή διαφορετικών συστημάτων προκατασκευής, κάθε φορά. Καθένα από αυτά διαφέρει ως προς το σύστημα δόμησης, τις μεθόδους παραγωγής των προκατασκευασμένων στοιχείων, τα μέσα για τη μεταφορά και τη συναρμολόγηση στο εργοτάξιο, την τεχνογνωσία, την ακρίβεια και την εξειδίκευση που απαιτείται από το εργατικό δυναμικό. Μια πρώτη και βασική διάκριση των ειδών της προκατασκευής έχει να κάνει με το κυρίαρχο υλικό το οποίο χρησιμοποιείται κάθε φορά στην κατασκευή και από το οποίο είναι φτιαγμένα τα προκατασκευασμένα στοιχεία.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στον κλάδο της προκατασκευής είναι το ξύλο, ο χάλυβας και το σκυρόδεμα. Διακρίνουμε έτσι καταρχήν προκατασκευή ξύλου, μεταλλική (ελαφριά προκατασκευή συνήθως), σκυροδέματος και σύμμικτη (βαριά προκατασκευή). Η διάκριση σε **ελαφριά** ή **βαριά προκατασκευή** γίνεται με κριτήριο το βάρος και τη δυσκαμψία των προκατασκευασμένων στοιχείων στην μεν πρώτη βάρους κάτω του 1.5 τόνου ενώ στη δεύτερη το βάρος τους φθάνει και τους 6 τόνους. Η τελευταία θεωρείται ιδανική για έργα στα οποία συνυπάρχουν μεγάλα ανοίγματα και ισχυρή φόρτιση όπως κτήρια στάθμευσης αυτοκινήτων, γέφυρες και κερκίδες σταδίων.

Με βάση το σχήμα των στοιχείων που παράγονται εργοστασιακά η προκατασκευή κατατάσσεται σε γραμμική, επιφανειακή και χωρική.

- ο **γραμμική προκατασκευή**, προκατασκευάζονται δοκοί και υποστυλώματα τα οποία χρησιμοποιούνται είτε ως μεμονωμένα στοιχεία είτε ως συνδυασμένα πλαίσιακά συγκροτήματα. Τα στοιχεία πληρώσεως σε αυτήν την περίπτωση κατασκευάζονται σε επόμενη φάση στο εργοτάξιο με συνθήκες συμβατικής δόμησης ή αλλιώς μορφώνονται από προκατασκευασμένα και συνήθως μικρότερα κομμάτια. Οι σχέσεις των διαστάσεών τους είναι  $b \leq 3h$  και  $l \geq 6h$  όπου  $b$  πλάτος,  $l$  μήκος και  $h$  πάχος. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται ευρέως στην κατασκευή βιομηχανικών κτηρίων.

- ο **επιφανειακή προκατασκευή**, προκατασκευάζονται επιφανειακά φέροντα στοιχεία δηλαδή τοίχοι και πλάκες αλλά και άοπλα τοιχοτεμάχια – blocks. Τα οπλισμένα επιφανειακά τεμάχια – πανέλα είναι συνήθως μεγάλων διαστάσεων, με

σχέση  $b \geq 3h$  και  $l \geq 6h$ , με μικρό πάχος δηλαδή σε σχέση με την επιφάνειά τους, αντίθετα από τη γραμμική προκατασκευή.



*Εικ. 3.2: Προκατασκευασμένα υποστυλώματα μεγάλου ύψους (γραμμική προκατασκευή) [71]*



*Εικ. 3.3: Στοιχείο όψης Νέου Μουσείου Ακρόπολης (επιφανειακή προκατασκευή) [71]*

ο **χωρική προκατασκευή:** κατασκευάζονται ολόκληρα τρισδιάστατα τμήματα – κυψέλες, αποτελούμενα από διέδρες ή τρίεδρες γωνίες και διατάσσονται με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίσουν την κατασκευή. Μπορεί όμως να είναι και ολοκληρωμένες μονάδες – κτήρια με ένα, δύο ή περισσότερα δωμάτια.



*Εικ. 3.4: Ανέγερση κτηρίου με τη μέθοδο των προκατασκευασμένων κυψελών (χωρική προκατασκευή) [71]*

### **3.4.2 Η προκατασκευή στα ξύλινα κτήρια**

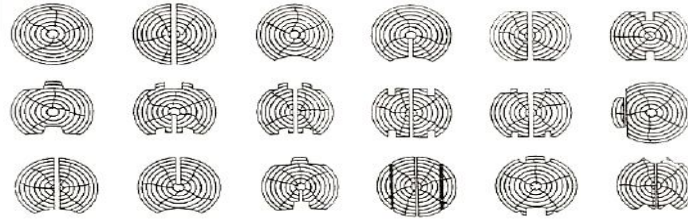
Στη Σκανδιναβία, στη Ρωσία και σε ορεινές περιοχές της Ευρώπης και της Αμερικής είναι εκεί όπου αναπτύχθηκαν οι παραδοσιακοί τρόποι κατασκευής ξύλινων κτηρίων και οι οποίοι αναβιώνουν τη σημερινή εποχή ενώ παράλληλα προσαρμόζονται στις σύγχρονες συνθήκες. Στην Ελλάδα ακόμη όπου η κατασκευή ξύλινων κτηρίων ήταν ανέκαθεν περιορισμένη, υπάρχει σήμερα αυξανόμενο ενδιαφέρον ιδιαίτερα για εξοχικές κατοικίες, κυρίως σε ορεινές περιοχές. Τα βασικά πλεονεκτήματα είναι η ξεχωριστή αισθητική τους, οι δυνατότητες που προσφέρουν για την επιλογή φορέων, επικαλύψεων, τελειωμάτων και λεπτομερειών με αποτέλεσμα την μεγάλη ελευθερία σχηματοποίησης μορφών και όγκων στον χώρο, η καλύτερη θερμομόνωση και ηχομόνωση (σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα δόμησης) καθώς και η εξοικονόμηση χρήσιμου εσωτερικού χώρου λόγω περιορισμένου μεγέθους διατομών των στοιχείων, γεγονός που συνεπάγεται και τη δημιουργία ελαφρύτερων κατασκευών. Επίσης οι κατασκευές με ξύλινο σκελετό είναι οι πλέον αντισεισμικές και ως εκ τούτου κατάλληλες για περιοχές με έντονη σεισμικότητα. Τα συστήματα δόμησης έχουν εκσυγχρονιστεί και προσαρμοσμένα στην εξέλιξη της τεχνολογίας, των μεταφορών και της προκατασκευής επιτρέπουν την υλοποίηση ξύλινων κτηρίων με διαφορετικές μεθόδους ανάλογα με την αρχιτεκτονική μορφή και τη χρήση τους.

#### **3.4.2.1 Φέροντες τοίχοι από κορμούς ή δοκούς**

Το σύστημα κατασκευής φερόντων τοίχων από κορμούς είναι η παλαιότερη τεχνική δόμησης κτηρίων με ξύλινο σκελετό. Ομοιόμορφοι, ξηροί κορμοί διαμέτρου 25-50 εκατοστών, αφού έχουν υποστεί την κατάλληλη επιφανειακή χημική επεξεργασία με εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα υλικά, συναρμολογούνται μεταξύ τους με την διαμόρφωση διαμηκών εγκοπών για τη έδραση κάθε κορμού πάνω στον προηγούμενο του, ενώ στις γωνίες του κτηρίου τα άκρα τους έχουν πελεκηθεί ώστε να μειωθεί η διάμετρος και να προσαρμοστούν μεταξύ τους. Οι τοίχοι παίζουν ταυτόχρονα το ρόλο του φέροντος οργανισμού και του μονωτικού υλικού, λόγω της μεγάλης διαμέτρου των κορμών. Κατά τη συναρμολόγηση, στις εγκοπές των ξύλων τοποθετούνται λωρίδες υαλοβάμβακα ή ελαστικού υλικού για λόγους μόνωσης και



καλής έδρασης. Οι κορμοί από κει και πέρα δεν χρειάζονται καμιά εσωτερική ή εξωτερική επιφανειακή [104]

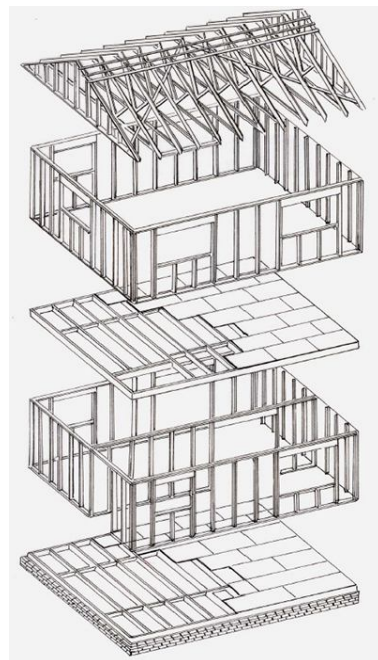


Εικ. 3.5: Διάφορες μορφές κορμών σε εγκάρσια τομή που χρησιμοποιούνται ως δομικό στοιχείο φέροντων τοίχων [106]

επεξεργασία ή επένδυση, γιατί διατηρούν το φλοιό τους ο οποίος τους παρέχει προστασία και προσδίδει την καλαίσθητη, φυσική εμφάνιση. Αν όμως αντί για κορμούς έχουν χρησιμοποιηθεί ξύλινες δοκοί, τότε χρειάζεται να περαστούν με βερνίκια ξύλου.

### 3.4.2.2 Φέροντα ξύλινα πλαίσια

Τη βάση του συστήματος αποτελούν φέροντα πλαίσια από ξύλινες δοκούς μικρής διατομής. Στα πλαίσια που χρησιμοποιούνται ως σκελετοί φερόντων τοίχων και χωρισμάτων, οι διαστάσεις διατομής των δοκίδων είναι 5x10cm ή 5x15cm, ενώ στα πλαίσια που χρησιμοποιούνται ως φέροντα δάπεδα μπορεί να έχουν διαστάσεις ως 5x20cm. Το σύστημα συμπληρώνεται από τριγωνικά ή τραπεζοειδή πλαίσια ζευκτού. Τα πλαίσια των δαπέδων καταλαμβάνουν ολόκληρη την κάτοψη του κτηρίου και πάνω σε αυτά εδράζονται τα κατακόρυφα. Όλα τα πλαίσια φτάνουν στον εργοτάξιο προκατασκευασμένα και εκεί συναρμολογούνται, τα μεν ορθογωνικά πλαίσια των

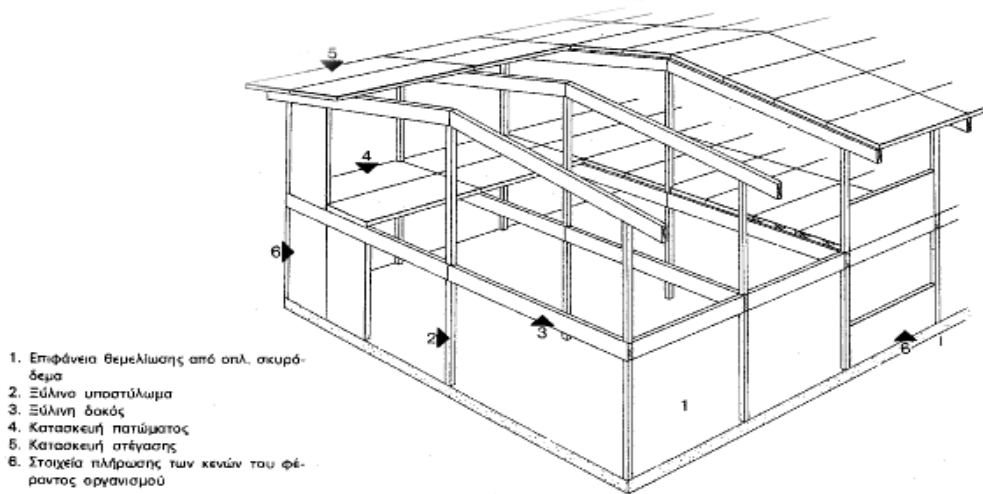


Εικ. 3. 6: Στοιχεία προκατασκευής ξύλου[106]

χωρισμάτων και των δαπέδων με καρφιά και τα πλαίσια του ζευκτού με μεταλλικά ελάσματα. Η κατασκευή συμπληρώνεται με διαγώνιους αντιανέμιους συνδέσμους και τέλος με τις επιφανειακές επενδύσεις. Το σύστημα δόμησης με φέροντα πλαίσια επιτρέπει αρκετή ελευθερία στην χωροθέτηση των εσωτερικών χωρισμάτων και των κουφωμάτων. Εξέλιξη της μεθόδου αυτής είναι η δόμηση με φέροντα πανέλα (panels), όπου τα πλαίσια φτάνουν στο εργοτάξιο έτοιμα, πληρωμένα με τα κατάλληλα υλικά, ώστε να χρησιμοποιηθούν ως δάπεδα ή τοίχοι. Σε περίπτωση που είναι δυνατή η κατασκευή μεγάλων πανέλων, ένα για κάθε όψη, αυτό είναι που επιδιώκεται καθώς μειώνεται το κόστος και η διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής. [104]

#### **3.4.2.3 Ξύλινα κτήρια με μερική προκατασκευή**

Χάρη στην προκατασκευή των πανέλων είναι δυνατή η προκατασκευή τρισδιάστατων μονάδων με ξύλινο σκελετό οι οποίες φθάνουν έτοιμες στον τόπο του έργου και απλά συναρμολογούνται πάνω σε μία βάση σκυροδέματος για να συνθέσουν το κτήριο. Το σύστημα δόμησης με επαναλαμβανόμενα όμοια πλαίσια που περιλαμβάνουν ορθοστάτες και δοκούς σε ολόσωμη κατασκευή αποτελεί κι αυτό μία άλλη μέθοδο μερικής προκατασκευής. Αυτά τα πλαίσια συνήθως έχουν διατομή μικρού μεγέθους και ενώνονται μεταξύ τους με οριζόντιες δοκίδες και η ακαμψία τους εξασφαλίζεται με ελκυστήρες στο επίπεδο της στέγης και με ενδιάμεσα δάπεδα. Επίσης τοποθετούνται πλάγιοι ξύλινοι ή μεταλλικοί σύνδεσμοι σε επίπεδο κάθετο προς αυτό των πλαισίων με σκοπό την αντιανεμική προστασία. Η δόμηση με επαναλαμβανόμενα όμοια πλαίσια αποτελεί μια απλή, γρήγορη και οικονομική μέθοδο δόμησης ξύλινων κτηρίων μεγάλου μεγέθους, με σχετικά περιορισμένες αρχιτεκτονικές δυνατότητες μιας και π.χ. για να εξασφαλιστεί η σταθερότητα του κτηρίου είναι καλό να αποφεύγονται τα μεγάλα ανοίγματα των πλαισίων και η κάτοψη πρέπει να είναι κατά το δυνατό συμπαγής. Γενικά, οι μέθοδοι της μερικής προκατασκευής εξοικονομούν χρόνο, αλλά περιορίζουν σε αρκετό βαθμό τις αρχιτεκτονικές επιλογές στην κατασκευή ενός ξύλινου κτηρίου.



Εικ. 3.7: Σύστημα δόμησης με σκελετό από ξύλινα υποστύλωματα και δοκούς[107]

#### 3.4.2.4 Σκελετός από ξύλινα υποστύλωματα και δοκούς

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για την δόμηση μικρών κτηρίων κατοικίας ειδικά σε περιπτώσεις που η αρχιτεκτονική μορφή παίζει σημαντικότερο ρόλο από την ταχύτητα ανέγερσης και την οικονομικότητα της κατασκευής. Χρησιμοποιούνται υποστύλωματα τα οποία τοποθετούνται με βάση κάρναβο επί των οποίων στηρίζονται οι δοκοί. Τα στοιχεία αυτά είναι από μασίφ ξύλο αρκετά μεγάλων διατομών. Δευτερεύοντα ξύλινα στοιχεία όπως διαδοκίδες, επίστρωση δαπέδων, πανό πλήρωσης τοίχων, κ.τ.λ. συμπληρώνουν την κατασκευή. Όψεις και χωρίσματα δεν αποτελούν φέροντα στοιχεία, γεγονός που προσφέρει πολλές επιλογές στην διαμόρφωση της κάτοψης και ελευθερία στην χωροθέτηση των ανοιγμάτων. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα κατασκευής μεσοπατωμάτων, δωμαίων στη στέγη, εσωτερικών κλιμακοστασίων. Τα στοιχεία πλήρωσης των τοίχων αποτελούνται συνήθως από σύνθετα πανό, με ενσωματωμένη μόνωση και πολλές φορές περιλαμβάνουν τους αγωγούς των εγκαταστάσεων. Στις πιο σύγχρονες κατασκευές το μασίφ ξύλο έχει αντικατασταθεί από επικολητά ξύλα (στρώσεις ξύλου με παράλληλες ίνες συγκολλημένες με ισχυρή κόλλα) ή άλλα είδη κατεργασμένου ξύλου με τα οποία επιτυγχάνονται μικρότερες διατομές ξύλινων στοιχείων και μειωμένο ίδιο βάρος κατασκευής. Η συγκεκριμένη μέθοδος δόμησης χρειάζεται προσοχή στην επιλογή του μεγέθους του καννάβου, στη συναρμολόγηση των φερόντων στοιχείων μεταξύ τους και με τα στοιχεία πλήρωσης καθώς και στον τρόπο αντιανεμικής προστασίας. [106,103]

### 3.4.3 Μεταλλικές κατασκευές

Η χρήση του χάλυβα ως δομικού υλικού ξεκίνησε το 19<sup>ο</sup> αιώνα στις γέφυρες, τις στεγάσεις χώρων και τα μονώροφα υπόστεγα. Οι πρώτες όμως εφαρμογές σε κτήρια άρχισαν πολύ αργότερα, στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα στις ΗΠΑ όταν η ταχεία βιομηχανική ανάπτυξη οδήγησε σε αυξημένες ανάγκες για γραφεία, καταστήματα και χώρους αποθήκευσης και ο μεγάλος όγκος οικοδομικών εργασιών απαίτησαν την καθ' ύψος ανάπτυξη των κτηρίων, τη συντόμευση του χρόνου κατασκευής και έκαναν απαραίτητη τη χρήση νέων δομικών υλικών και μεθόδων. Ο χάλυβας παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα που τον καθιστούν ένα ιδιαίτερα ευέλικτο δομικό υλικό. Τα κυριότερα από αυτά είναι η μεγάλη αντοχή σε σχέση με το ίδιο βάρος του, που οδηγεί σε μικρότερες διατομές στοιχείων και μικρότερα ίδια βάρη κατασκευών. Καθώς επίσης η ομοιογένεια του υλικού - που ως βιομηχανικό προϊόν έχει τα ίδια χαρακτηριστικά σε όλη τη μάζα του και η ποιότητα του είναι ελεγχόμενη - η ελαστικότητα και η ολκιμότητα του, η ταχύτητα εκτέλεσης που προσφέρει, η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του και η μεγάλη ευκολία στην τυποποίηση και την προκατασκευή. Ο σκελετός των μεταλλικών κτηρίων αποτελείται από χαλύβδινα στοιχεία ( υποστυλώματα, δοκοί, τεγίδες, σύνδεσμοι δυσκαμψίας, δικτυώματα ) τα οποία ενώνονται μεταξύ τους στους κόμβους και σε σημεία αποκατάστασης συνέχειας μέσω κοχλιών, συγκολλήσεων ( οι συγκολλήσεις πραγματοποιούνται κατά κύριο λόγο στο εργοστάσιο όπου επικρατούν οι επιθυμητές και ελεγχόμενες συνθήκες) και με την παρεμβολή κατάλληλων ελασμάτων καθώς και με τη χρήση πείρων οι οποίοι αποτελούν την κατασκευαστική διαμόρφωση άρθρωσης. Στην Ελλάδα με το πέρασμα του χρόνου και ιδιαίτερα από τα μέσα του 1990 άρχισε η εφαρμογή του χάλυβα σε κτήρια γραφείων, ξενοδοχείων πέρα από τις συνηθισμένες σε βιομηχανικά, αγροτικά, εμπορικά και αθλητικά έργα, ενώ καταλυτική για την ανάπτυξη των μεταλλικών κτηρίων στη χώρα ήταν η προετοιμασία των έργων για τους Ολυμπιακούς Αγώνες της Αθήνας το 2004, τα οποία δε θα μπορούσαν να ολοκληρωθούν έγκαιρα χωρίς την εφαρμογή του χάλυβα. Αμιγώς χαλύβδινες μπορούν να θεωρηθούν οι μονώροφες κτηριακές κατασκευές αφού στα πολυώροφα κτήρια γίνεται χρήση σκυροδέματος για την κατασκευή των πλακών με αποτέλεσμα αυτά να θεωρούνται σύμμικτα, τα οποία θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο.

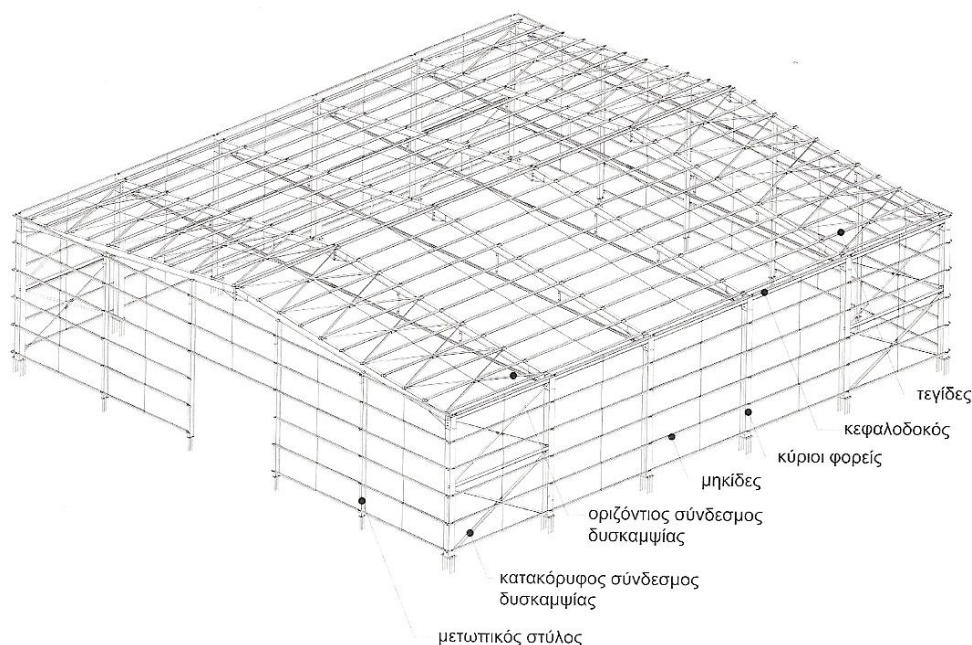
### 3.4.3.1 Μονώροφα κτήρια με σκελετό από χάλυβα

Τα μονώροφα κτήρια για βιομηχανικές και αποθηκευτικές εγκαταστάσεις αλλά και για άλλες παραγωγικές, εμπορικές ή αθλητικές δραστηριότητες, ιδιαίτερα όταν τα ανοίγματα είναι σχετικά μεγάλα, αποτελούν – και στην Ελλάδα – παραδοσιακό και προνομιακό πεδίο εφαρμογής φερόντων οργανισμών από χάλυβα. Αυτού του είδους τα κτήρια συνδέονται κατά κανόνα με την απουσία ωφέλιμων φορτίων επί της οροφής τους και με τη χρήση ελαφριών υλικών για την επικάλυψη και την πλευρική τους επένδυση. Τα στοιχεία ενός τυπικού μονώροφου μεταλλικού κτηρίου είναι:

- οι **κύριοι φορείς**, συνήθως πλαίσια που διατάσσονται ανά ίσες μεταξύ τους αποστάσεις και παραλαμβάνουν κατακόρυφα και οριζόντια φορτία
- οι **τεγίδες** που είναι δοκοί οι οποίες γεφυρώνουν τις αποστάσεις μεταξύ κύριων φορέων και μεταφέρουν σε αυτούς τα φορτία που ασκούνται στην επιστέγαση
- οι **οριζόντιοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας**, κατά κανόνα δικτυωτοί φορείς που διατάσσονται στο επίπεδο των ζυγωμάτων των πλαισίων και καταλαμβάνουν το εύρος μεταξύ δύο διαδοχικών κύριων φορέων με σκοπό να μεταφέρουν οριζόντιες δυνάμεις, που ασκούνται στο επίπεδο της επιστέγασης καθέτως προς τα επίπεδα των κύριων φορέων, στα κατακόρυφα συστήματα δυσκαμψίας
- οι **κεφαλοδοκός**, οριζόντιο γραμμικό στοιχείο που συνδέει τις κεφαλές των υποστυλωμάτων και διατρέχει το μήκος του κτηρίου σε διεύθυνση κάθετη προς τα επίπεδα των κύριων φορέων με σκοπό την μεταφορά και ισοκατανομή σεισμικών και άλλων οριζοντίων δυνάμεων, οι οποίες παραλαμβάνονται από τους οριζόντιους συνδέσμους δυσκαμψίας, στα κατακόρυφα συστήματα δυσκαμψίας και εν συνεχεία στη θεμελίωση
- οι **κατακόρυφοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας**, συνήθως δικτυωτοί σχηματισμοί μεταξύ δυο διαδοχικών υποστυλωμάτων που μεταφέρουν στη θεμελίωση τα οριζόντια φορτία που παραλαμβάνουν από οριζόντιους συνδέσμους δυσκαμψίας και κεφαλοδοκούς
- τα **μετωπικά υποστυλώματα**, που τοποθετούνται στα μέτωπα του κτηρίου που αντιστοιχούν στα δύο ακραία κύρια πλαίσια με άνω στήριξη επ' αυτών ενώ κάτω εδράζονται σε θεμέλια και έχουν ως κύρια φόρτιση την ανεμοπίεση

ο οι **μηκίδες**, οριζόντιες δοκοί που τοποθετούνται ανά αποστάσεις σε όλες τις όψεις του κτηρίου και γεφυρώνουν τις αποστάσεις μεταξύ υποστυλωμάτων ενώ ταυτόχρονα δέχονται τα φύλλα της πλευρικής επένδυσης της κατασκευής

ο τα **φύλλα** με τα οποία επικαλύπτεται και επενδύεται πλευρικά ο φέρων οργανισμός και που έχουν επαρκή αντοχή και επαρκή αγκύρωση επί των στοιχείων που στηρίζονται ώστε να μεταφέρουν ασφαλώς σε αυτά τις πιέσεις και υποπιέσεις που ασκούν ο άνεμος ή άλλα φορτία. Τα μεταλλικά στοιχεία μεταφέρονται κατά υποσυστήματα της



Εικ. 3.8: Στοιχεία μεταλλικού φέροντος οργανισμού τυπικού υπόστεγου [105]

συνολικής κατασκευής τα οποία αναφέρονται σε μια ενιαία φάση της ανέγερσης. Καθένα από αυτά, πρέπει να περιέχει τόσο τα κύρια όσο και τα δευτερεύοντα στοιχεία που είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση μιας επί μέρους ενότητας της συναρμολόγησης. Όσον αφορά τις συνδέσεις, γενικός κανόνας είναι ότι αυτές που θα πραγματοποιηθούν στο εργοτάξιο σχεδιάζονται ως κοχλιωτές ενώ οι συγκολλητές αποφεύγονται στο εργοτάξιο καθώς η ποιότητά τους εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και η θέση του συγκολλητή δεν είναι πάντα ευνοϊκή ως προς τη σύνδεση.

### 3.4.4 Σύμμικτες κατασκευές

Σε αντίθεση με τα μονώροφα μεταλλικά υπόστεγα, που όπως αναφέρθηκε αποτελούνται από αμιγώς χαλύβδινα στοιχεία, τα πολυώροφα μεταλλικά κτήρια κατασκευάζονται από σύμμικτη κατασκευή στην οποία ο δομικός χάλυβας συνεργάζεται με το οπλισμένο σκυρόδεμα. Αυτό συμβαίνει διότι καταρχήν οι πλάκες των ορόφων είναι από σκυρόδεμα και συνδέονται με τις χαλύβδινες δοκούς μέσω διατμητικών συνδέσμων. Οι διατμητικοί σύνδεσμοι παραλαμβάνουν τη διατμητική ροή μεταξύ της χαλύβδινης διατομής και του σκυροδέματος και εμποδίζουν την ολίσθηση μεταξύ των δύο στοιχείων εξασφαλίζοντας έτσι την κοινή, σύμμικτη λειτουργία. Η συστηματική χρήση σύμμικτων στοιχείων σε οικοδομικά έργα ξεκίνησε από την Ιαπωνία, όπου ήδη από τη δεκαετία του 1930 και μέχρι τη δεκαετία του 1970 ηλωτές δικτυωτές δοκοί και ηλωτά υποστυλώματα σύνθετων διατομών από γωνιακά εγκιβωτίζονταν σε σκυρόδεμα. Στην Ευρώπη, η χρήση σύμμικτων δοκών ξεκίνησε στη Γερμανία στα τέλη του 1940, σε μια εποχή ανεπάρκειας του χάλυβα. Το 1956 εκδόθηκε και ο πρώτος σχετικός κανονισμός DIN 4239 "Σύμμικτες δοκοί σε κτήρια" βασιζόμενος στην ελαστική θεωρία και τη μέθοδο των επιτρεπομένων τάσεων. Η χρήση όμως σύμμικτων στοιχείων σε κτήρια, γνώρισε μεγάλη άνθηση κυρίως στη δεκαετία του 80, με προεξέχουσα τη Βρετανία, στην οποία οι κατασκευές αυτές κατέχουν το 60% της αγοράς σε κτηριακά έργα. Μεγάλο και σημαντικό πεδίο εφαρμογής για τις σύμμικτες κατασκευές είναι η γεφυροποιία.



Εικ. 3.9: Στοιχεία φέροντος οργανισμού σύμμικτης κατασκευής [73]



Οι σύμμικτες κατασκευές αναπτύσσονται και διαδίδονται ταχύτατα και πλέον κατέχουν διεθνώς ένα μεγάλο μερίδιο αγοράς. Στην Ελλάδα δεν είναι δυνατόν να μιλάμε ακόμα για σημαντικό ποσοστό σύμμικτων κτηρίων. Τα τελευταία χρόνια όμως γίνεται όλο και μεγαλύτερη χρήση σύμμικτων κατασκευών σε οικοδομικά έργα για προσθήκες, μεσοπατώματα, σούπερ μάρκετ, βιομηχανίες, ξενοδοχεία, γέφυρες κλπ.

Τα πλεονεκτήματα μιας σύμμικτης κατασκευής είναι εν γένει όμοια με αυτά των μεταλλικών κατασκευών τα οποία έχουν προαναφερθεί, καθώς έχουν να κάνουν με τη φύση και τις ιδιότητες του χάλυβα ως στοιχείο και ως δομικό υλικό. Αυτά τα πλεονεκτήματα υπερτερούν του ίσως μοναδικού τους μειονεκτήματος, δηλαδή του κατά τι υψηλότερου αρχικού κόστους κατασκευής, το οποίο όμως γρήγορα αποσβένεται. Τα στοιχεία του φέροντος οργανισμού πολυώροφων σύμμικτων κατασκευών είναι τα υποστυλώματα, οι κύριες δοκοί μεταξύ υποστυλωμάτων, οι δευτερεύουσες δοκοί μεταξύ κύριων δοκών, οι κατακόρυφοι σύνδεσμοι δυσκαμψίας και οι πλάκες. [73]

Πιο συγκεκριμένα, τα επιμέρους δομικά στοιχεία με σύμμικτη δράση μπορεί να είναι σύμμικτες δοκοί, σύμμικτες πλάκες και σύμμικτα υποστυλώματα.

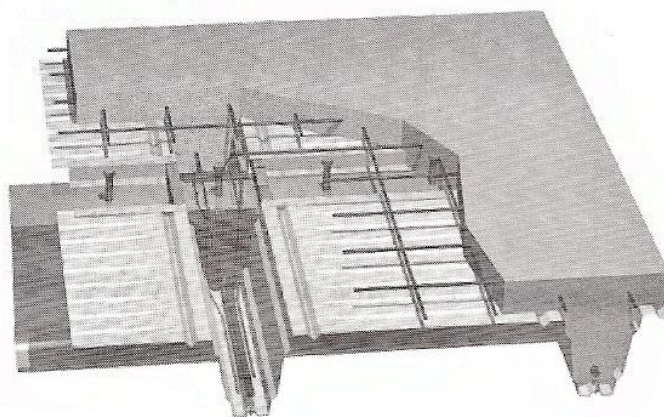
- ο **Σύμμικτες δοκοί:** συντίθενται από σιδηροδοκό πρότυπης ή συγκολλητής διατομής και πλάκα από σκυρόδεμα, η οποία αποτελεί το πέλμα της δοκού. Η συνεργασία δοκού – πέλματος επιτυγχάνεται, όπως έχει αναφερθεί, με την τοποθέτηση διατμητικών συνδέσμων στη διεπιφάνεια μεταξύ σκυροδέματος – σιδηροδοκού.

- ο **Σύμμικτες πλάκες:** αποτελούνται από χαλυβδόφυλλο και έγχυτο σκυρόδεμα με τον τύπο αυτό να αποτελεί τον συνηθέστερο τύπο πλακών στα σύμμικτα κτήρια. Στο άνω μέρος της πλάκας διατάσσεται οπλισμός, συνήθως πλέγμα, για περιορισμό της ρηγμάτωσης και παραλαβή αρνητικών ροπών. Στη φάση σκυροδέτησης, τα χαλυβδόφυλλα χρησιμεύουν ως μεταλλότυπος και παραλαμβάνουν το ίδιο βάρος του σκυροδέματος και σχετικά φορτία κατά τη φάση διάστρωσης. Στη φάση λειτουργίας, τα χαλυβδόφυλλα συνεργάζονται με το έγχυτο σκυρόδεμα και λειτουργούν ως κάτω οπλισμός. Η εξασφάλιση της σύμμικτης δράσης, της συνεργασίας δηλαδή χαλυβδόφυλλων και σκυροδέματος επιτυγχάνεται με την πρόβλεψη νευρώσεων, εγκοπών ή προεξοχών στο χαλυβδόφυλλο ή με διάταξη διατμητικών συνδέσμων στις στηρίξεις των χαλυβδόφυλλων, στις κύριες δηλαδή και



δευτερεύουσες δοκούς. Στο κατώτερο σημείο των νευρώσεων των χαλυβδόφυλλων και σε μικρή απόσταση από αυτά τοποθετούνται συνήθως ράβδοι οπλισμού, οι οποίες σε περίπτωση πυρκαγιάς και απενεργοποίησης του χαλυβδόφυλλου προσφέρουν τον απαιτούμενο οπλισμό στο συγκεκριμένο χρόνο. Η εφαρμογή σύμμικτων πλακών σε κτήρια είχε ως αποτέλεσμα τη μεγάλη αύξηση της ταχύτητας ανέγερσης γι αυτό και η συγκεκριμένη κατασκευαστική μέθοδος (σύμμικτες πλάκες επί σιδηροδοκών) ονομάζεται και fast track construction.

ο **Σύμμικτα υποστυλώματα** αποτελούνται από χαλύβδινο μέλος πρότυπης ή συγκολλητής διατομής, η οποία εγκλωβίζεται πλήρως ή μερικώς στο σκυρόδεμα, ή ακόμη από κοιλοδοκό σωληνωτής ή τετραγωνικής διατομής, η οποία περιβάλλει το έγχυτο εντός αυτής σκυρόδεμα. [11]



Εικ. 3.10: Σύμμικτη πλάκα από χαλυβδόφυλλο και έγχυτο σκυρόδεμα [11]

### 3.4.5 Προκατασκευή σκυροδέματος

Η καθιέρωση του οπλισμένου σκυροδέματος ως του πιο δημοφιλούς μέσου ανοικοδόμησης με το μειονέκτημα όμως των χρονοβόρων και δαπανηρών ξυλοτύπων και ικριωμάτων έδωσε ώθηση στην ανάπτυξη της προκατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η δε μέθοδος της προέντασης άνοιξε νέους ορίζοντες στην διαμόρφωση νέων ευέλικτων στοιχείων συναρμολόγησης. Το βιομηχανικό κτήριο και εν γένει οι κατασκευές με οροφή σε μεγάλο ύψος παρουσιάζουν αυξημένο κόστος ικριωμάτων και ξυλοτύπων σε σχέση με τα κυβικά μέτρα σκυροδέματος που απαιτούνται. Το πρόβλημα αυτό οξύνεται περισσότερο στην γεφυροποιία. Το σκυρόδεμα σαν δομικό υλικό παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα με κυριότερα τη σταθερότητα, την ανθεκτικότητα και την απλότητα στη συντήρηση, την αντοχή στη φωτιά καθώς και

την καλή θερμική συμπεριφορά λόγω επαρκούς θερμοχωρητικότητας. Επίσης παρέχει επαρκή ηχομόνωση. Τα πλεονεκτήματα αυτά του υλικού ενισχύονται με τη διαδικασία της προκατασκευής, η οποία πραγματοποιείται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες στο εργοστάσιο εξασφαλίζοντας καλύτερη ποιότητα προϊόντος ενώ επιπλέον ως μέθοδος κατασκευής προσφέρει ταχύτητα, οικονομία, ασφάλεια. Τα παραπάνω οδήγησαν στην ανάπτυξη συστημάτων δόμησης με προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος. Και στην προκατασκευή σκυροδέματος, τα δομικά συστήματα διακρίνονται με βάση τη διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού που υπαγορεύεται από το σχήμα των εργοστασιακά κατασκευασμένων στοιχείων και το είδος των ενώσεών τους. Έτσι, αν ο φέρων οργανισμός διαμορφώνεται από φέροντες τοίχους, σκελετό, μικτό σύστημα ή προκατασκευασμένες ολοκληρωμένες κυψέλες ανάλογα διακρίνεται και το σύστημα δόμησης. Σε κάθε περίπτωση, τα επιμέρους στοιχεία κατασκευάζονται στο εργοστάσιο και αφού αποκτήσουν τις τελικές τους αντοχές, μεταφέρονται στο χώρο του έργου, όπου τοποθετούνται και ενώνονται μεταξύ τους. Προφανώς, ανάλογα με το είδος των προκατασκευασμένων στοιχείων ο τρόπος ανάρτησης, τοποθέτησης, προσωρινής εξασφάλισης, η μορφή και το είδος των ενώσεων διαφέρουν ενώ συνήθως πραγματοποιείται και έγχυση σκυροδέματος επί τόπου στις συνδέσεις καθώς και π.χ. για την πλήρωση των τοιχωμάτων.

#### **3.4.5.1 Σκελετός από προκατασκευασμένα στοιχεία**

Τα υποστυλώματα, οι δοκοί, οι πλάκες, οι σκάλες καθώς και μέρος των θεμελίων κατασκευάζονται τμηματικά στο εργοστάσιο σύμφωνα με τις διαστάσεις που προκύπτουν από τη στατική επίλυση του φορέα του κτηρίου. Η διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού με προκατασκευασμένα στοιχεία απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή ώστε να εξασφαλισθεί η μονολιθική σύνδεση των στοιχείων και η διαφραγματική λειτουργία των ορόφων. Αυτό επιτυγχάνεται με αναμονές κατάλληλου μήκους επικάλυψης που προεξέχουν από όλα τα προκατασκευασμένα στοιχεία και με επί τόπου σκυροδέτηση των κόμβων και του τελικού πάχους των πλακών. Τα προκατασκευασμένα υποστυλώματα τοποθετούνται σε προκατασκευασμένες θήκες θεμελίωσης οι οποίες συνδέονται μονολιθικά με τα πέγματα της θεμελίωσης. Κατόπιν η στήριξη τους στις θήκες, γίνεται με επί τόπου έγχυση σκυροδέματος στον κενό

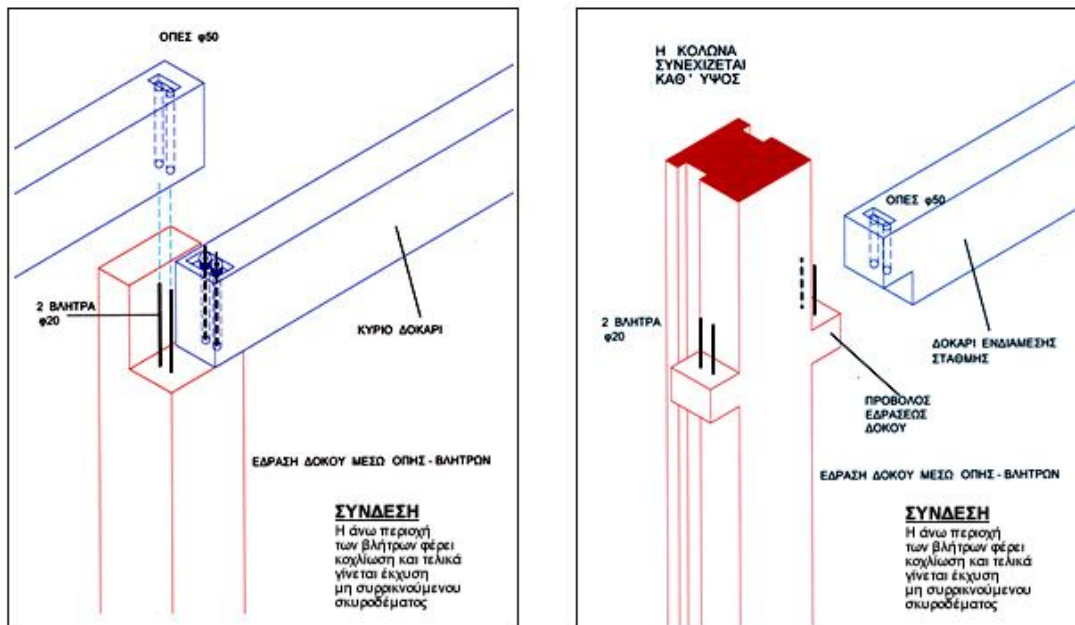
χώρο ανάμεσα στη θήκη και στο στύλο καθώς και με την κεντρική αναμονή στον πάτο της θήκης στην οποία θηλυκώνει ο στύλος. Επί των υποστυλωμάτων και σε συγκεκριμένες θέσεις έδρασης «φουρούσια», τοποθετούνται προκατασκευασμένες - προεντεταμένες) δοκοί. Αυτές συνδέονται στα υποστυλώματα μέσω πείρων, που προεξέχουν από τα «φουρούσια» αυτών, και μέσω οπών στις δοκούς από τις οποίες περνούν οι πείροι. Ταυτόχρονα υπάρχουν αναμονές τόσο από τους στύλους όσο και από τις δοκούς αλλά και επί τόπου τοποθέτηση συνδετήρων, για την εξασφάλιση της λειτουργίας του κόμβου. Επί των δοκών τοποθετούνται προκατασκευασμένες πρόπλακες η σύνδεση των οποίων με τα υπόλοιπα στοιχεία επιτυγχάνεται μέσω αναμονών σε αυτά και με επί τόπου σκυροδέτηση καθώς και με τη διαμόρφωση πρόσθετου (διαμήκους και εγκάρσιου) οπλισμού, Επίσης πάνω στην επιφάνεια της αρχικής πρόπλακας υπάρχουν ειδικά διαμορφωμένες αναμονές προκειμένου να γίνει η σύνδεση της με την επιπλέον στρώση σκυροδέματος η οποία εκχύεται για να διαμορφωθεί το τελικό πάχος της πλάκας. Η διαμόρφωση των εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων γίνεται είτε με τη συμβατική τοιχοποιία είτε με προκατασκευασμένα μη φέροντα τοιχία – πανέλα τα οποία θηλυκώνουν πάνω σε ειδικές εγκοπές που υπάρχουν στα υποστυλώματα και συνδέονται μονολιθικά με αυτά, με αναμονές που προεξέχουν από τα υποστυλώματα και με επί τόπου έγχυση σκυροδέματος στις εγκοπές αυτές. Η μεταξύ τους σύνδεση γίνεται επίσης με διατάξεις της μορφής «αρσενικό – θηλυκό» ενώ υπάρχουν και αναμονές στο ύψος των ορόφων, για τη σύνδεση των πλακών με αυτά. Παρακάτω παρατίθενται εικόνες που απεικονίζουν τον συγκεκριμένο τρόπο δόμησης και τις συνδέσεις των στοιχείων μεταξύ τους.



*Εικ. 3.11: Προκατασκευασμένες θήκες θεμελίωσης και σιδέρωμα πεδιλοδοκών[22]*



*Εικ. 3.12: Ανάρτηση εξωτερικού μη φέροντος τοιχώματος. Καθ' ύψος των υποστυλωμάτων διακρίνονται οι εγκοπές στις οποίες θηλυκώνει[22]*



Εικ. 3.13: Σύνδεση υποστυλώματος – δοκού [105]

### 3.4.5.2 Σύστημα δόμησης με προκατασκευασμένα φέροντα τοιχώματα – πανέλα

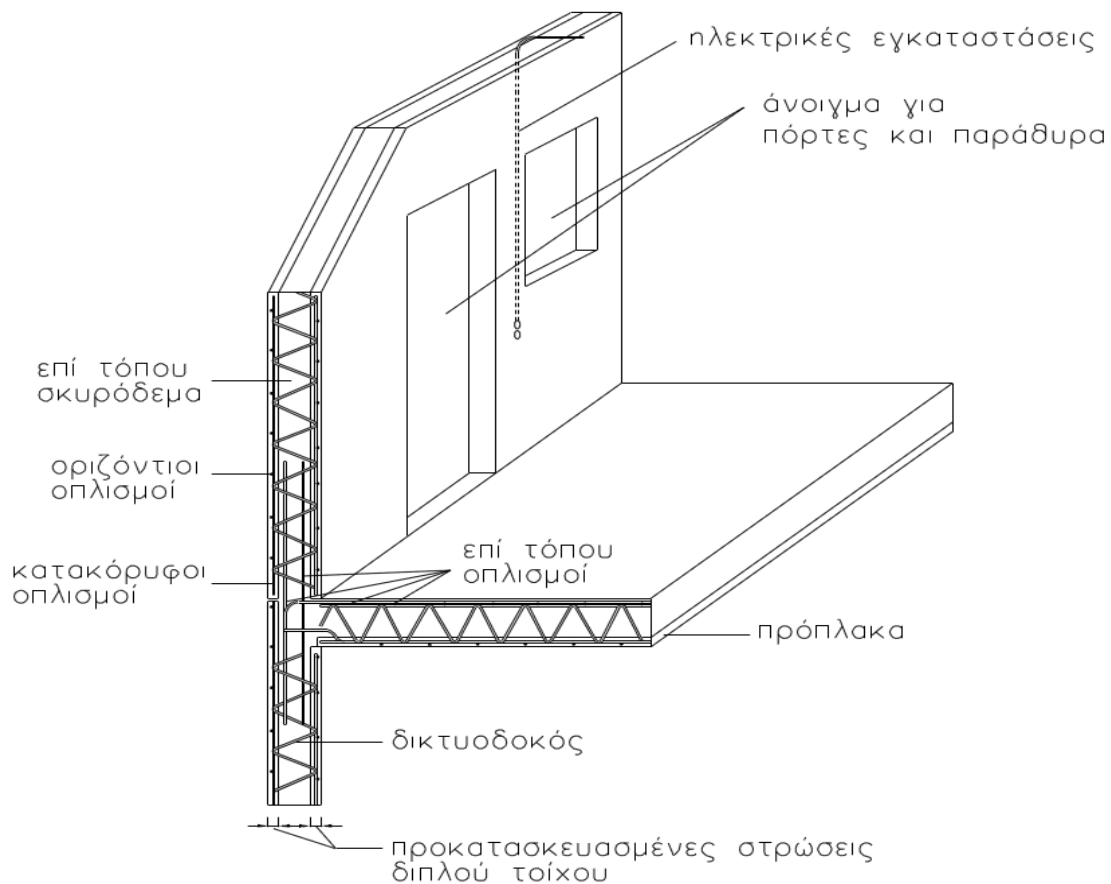
Κατά το σύστημα δόμησης αυτό, η κατασκευή διαιρείται σε επιμέρους επίπεδα στοιχεία, πλάκες και φέροντα τοιχώματα εξωτερικά και εσωτερικά. Τα επίπεδα αυτά στοιχεία πρέπει αφενός να μεταβιβάζουν με ασφάλεια τα φορτία στα οποία υπόκεινται και αφετέρου να εξασφαλίζουν ικανοποιητική θερμομόνωση, ηχομόνωση και υδατοστεγανότητα. Το σύστημα βασίζεται στη βιομηχανική παραγωγή προκατασκευασμένου διπλού τοίχου ο οποίος διαθέτει δύο στρώσεις σκυροδέματος με κενό μεταξύ τους. Αυτές οι δύο στρώσεις σκυροδέματος συνδέονται από την παραγωγή εγκάρσια μεταξύ τους με τρισδιάστατους μεταλλικούς δικτυοδοκούς τύπου *filigram girder* που τοποθετούνται σε κατάλληλες αποστάσεις. Η δικτυοδοκός αυτή παράγεται βιομηχανικά και συντίθεται κατά κανόνα από διαμήκεις ράβδους S500s (άνω με  $1\Phi 5 \div 16$ , κάτω  $2\Phi 5 \div 16$ ), οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με διαγώνιες ράβδους  $\Phi 5 \div 7$ , ανά 20cm συγκολλημένες σε όλες τις θέσεις συναντήσεώς τους με τις διαμήκεις ράβδους. Επίσης στο πίσω μέρος της εξωτερικής στρώσης του διπλού τοιχώματος τοποθετείται η στρώση θερμομόνωση που συνήθως είναι η διογκωμένη πολυστερίνη. Οι διπλοί τοίχοι συναρμολογούνται στο εργοτάξιο κατακόρυφα ο ένας πάνω ή δίπλα στον άλλο και επ' αυτών τοποθετούνται οι πρόπλακες, ενώ

πραγματοποιείται η επί τόπου του έργου όπλιση όπου απαιτείται. Στο κενό μεταξύ των δύο στρώσεων των προκατασκευασμένων διπλών τοίχων καθώς και επί των προπλακών εγχύνεται σκυρόδεμα επί τόπου, δημιουργώντας έτσι τελικά μονολιθική συνολική κατασκευή. Η καθ' ύψος συνέχιση των τοιχωμάτων καθώς και η πάκτωσή τους στην θεμελίωση πραγματοποιείται με επί τόπου του έργου κατάλληλη όπλιση στο σώμα του επιτόπου διαστρωμένου σκυροδέματος. Όσο αφορά την τελική πλάκα αυτή συντίθεται από δύο στρώσεις σκυροδέματος. Η κάτω στρώση είναι η προκατασκευασμένη πρόπλακα πάχους 5 έως 7 cm στο σώμα της οποίας είναι ενσωματωμένος ο συνολικός οπλισμός της τελικής πλάκας. Η πάνω στρώση είναι το χυτό επί τόπου σκυρόδεμα. Οι δικτυοδοκοί στην πλάκα πέρα από την εξασφάλιση της συνεργασίας μεταξύ των δύο στρώσεων συμβάλουν σημαντικά στην ακαμψία της πρόπλακας κατά την ανάρτηση της (απομάκρυνση από την τράπεζα παραγωγής και μεταφορά) καθώς και κατά τη φάση σκυροδέτησης της άνω στρώσης. Η τελική κάτω εμφανής επιφάνεια της πρόπλακας διαθέτει εξαιρετική επιπεδότητα και εμφάνιση ενώ η εσωτερική είναι επίτηδες κατασκευασμένη τραχειά για την εξασφάλιση της διατμητικής αντοχής της διεπιφάνειας προκατασκευασμένου και επί τόπου χυτού σκυροδέματος.



Εικ. 3.14: Εγκάρσια τομή πρόπλακας με χυτό επί τόπου σκυρόδεμα [35]

Συνοπτικά, η κατασκευαστική πορεία του συστήματος μπορεί να περιγραφεί ως εξής. Η παραγωγική διαδικασία εκτελείται κατά κανόνα αυτόματα μέσω κατάλληλου λογισμικού στον κεντρικό επεξεργαστή της μονάδας παραγωγής το οποίο επεξεργάζεται το αρχιτεκτονικό σχέδιο, κάνει κατάτμηση των δομικών στοιχείων ( τοιχία, πλάκες κτλ ) και τα κατανέμει σε μήτρες με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η παραγωγή τους στον ελάχιστο χρόνο και, ταυτόχρονα, με το ελάχιστο δυνατό κόστος. Όλη η παραγωγική διαδικασία πραγματοποιείται με την αυτόματη και ταυτόχρονη μετακίνηση των καλουπιών στις διαδοχικές θέσεις εργασίας. Μετά την όπλιση, οι οπλισμοί ελέγχονται με τη χρήση laser και κατόπιν πραγματοποιείται



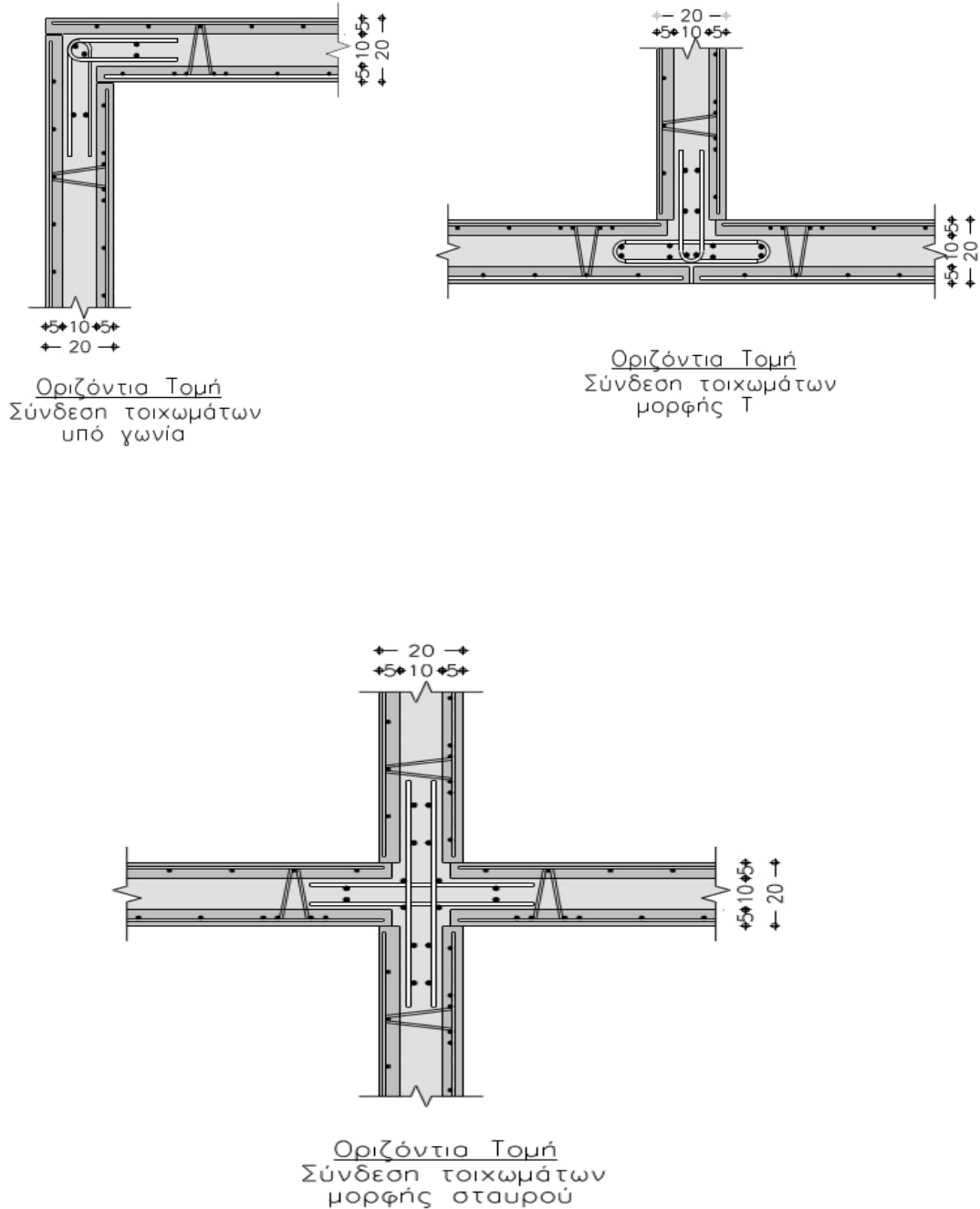
Εικ. 3.15: Ποιοτική απεικόνιση κύριων κατασκευαστικών στοιχείων του συστήματος δόμησης με προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα και πρόπλακες σκυροδέματος[35]

Στη θέση του έργου τώρα αρχικά τοποθετούνται στη θέση τους, μέσω κατάλληλου γερανού, τα τοιχώματα του κάτω ορόφου και συγκρατούνται στην τελική τους θέση με κατάλληλες πλευρικές αντηρίδες. Επί των τοιχωμάτων τοποθετούνται καταλλήλως οι πρόπλακες και εν συνεχεία τοποθετούνται οι πρόσθετοι οπλισμοί στις πλάκες και στο σώμα των τοιχωμάτων. Ανάλογα με το πάχος της πρόπλακας, τον τύπο της τελικής της λειτουργίας και το άνοιγμά της, πιθανόν να χρειάζονται και ένας ή δύο προσωρινοί πύργοι αντιστήριξης προς αποφυγή βελών κάμψεως. Ακολουθεί η τοποθέτηση όλων των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων σε κατάλληλες θέσεις στο κενό μεταξύ των κατακόρυφων τοιχωμάτων και πάνω στην πρόπλακα όπως αυτά προβλέπονται από την αντίστοιχη μελέτη. Τέλος πραγματοποιείται η επιτόπου σκυροδέτηση επάνω στην πρόπλακα για τη διαμόρφωση του τελικού της πάχους καθώς και στο κάτω τοίχωμα. Μετά την σκλήρυνση του σκυροδέματος ακολουθεί η ίδια διαδικασία για τον επόμενο όροφο.

Οι συνδέσεις των τοιχωμάτων μεταξύ τους καθώς και με τις πλάκες και την θεμελίωση γίνεται με την τοποθέτηση πρόσθετου οπλισμού ο οποίος είναι εξέχουσας

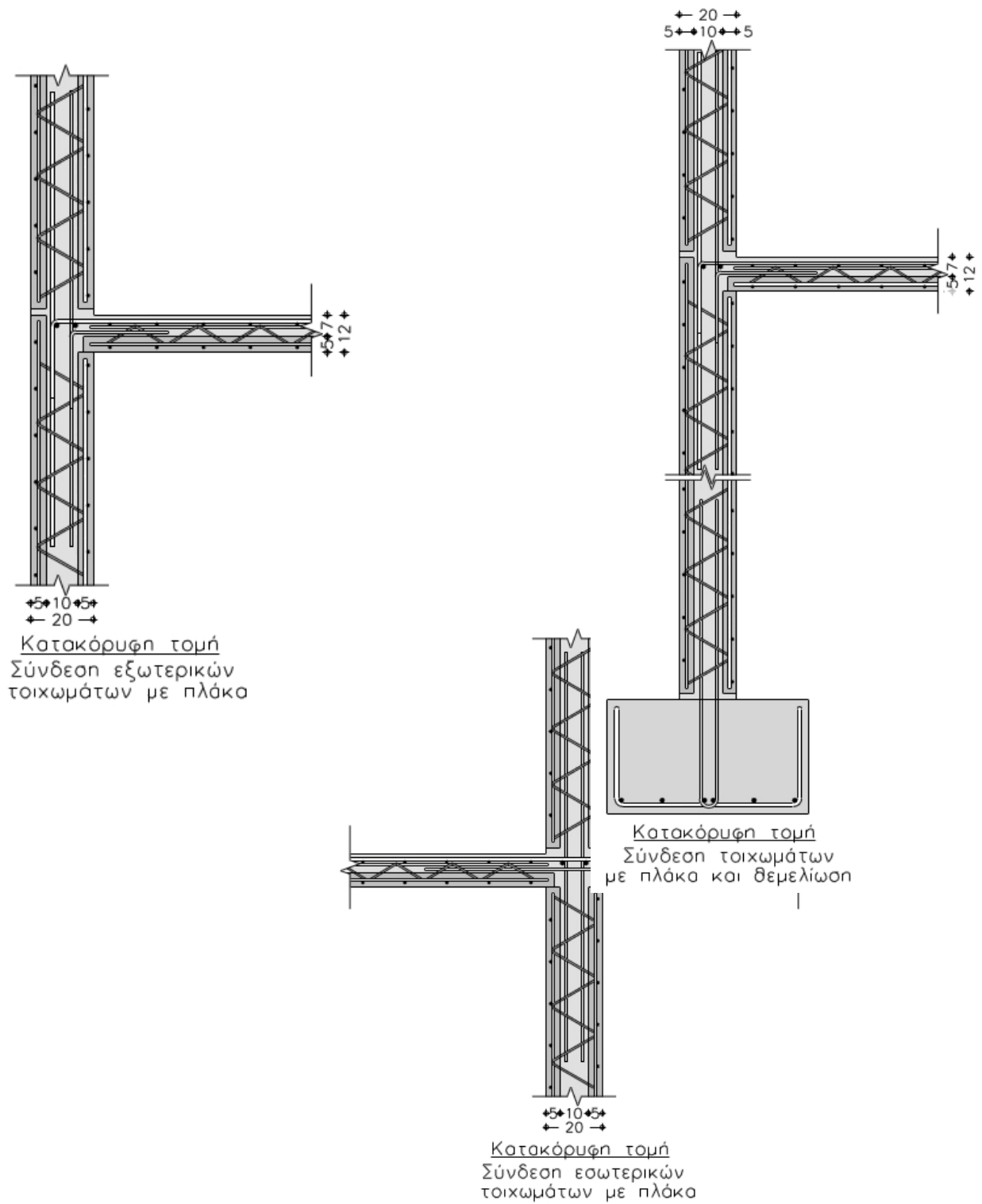


σημασίας για την στατικότητα και μονολιθικότητα της κατασκευής. Η διαμόρφωση αυτών των συνδέσεων φαίνεται παρακάτω σε οριζόντιες και κατακόρυφες τομές.



Εικ. 3.16: Διαμόρφωση πρόσθετου σπλισμού συνδέσεων τοιχωμάτων, οριζόντιες τομές[35]





Εικ. 3.17: Διαμόρφωση πρόσθετου οπλισμού συνδέσεων τοιχωμάτων με πλάκα και θεμελίωση, κατακόρυφες τομές





Εικ. 3.18 και 3.19 απεικονίζεται η όπλιση των θεμελίων και του δαπέδου και το πρώτο στάδιο σκυροδέτησής τους. Αφού ολοκληρωθεί η τοποθέτηση των οπλισμών και των αναμονών για τα τοιχώματα και περαστούν οι σωληνώσεις των εγκαταστάσεων (υδραυλικές, ηλεκτρομηχανολογικές) ακολουθεί η σκυροδέτηση των πεδιλοδοκών και κατόπιν του δαπέδου.



Εικ. 3.20: δείχνει το δάπεδο ολοκληρωμένο, ενώ διακρίνονται καθαρά οι αναμονές για τα τοιχώματα που αποτελούν και οδηγό για την τοποθέτησή τους.

Εικ. 3.21 και 3.22 φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο τοποθετούνται τα τοιχώματα το ένα δίπλα στο άλλο καθώς και οι αντηρίδες που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή τους εξασφάλιση.

Εικ. 3.23 δείχνει την τοποθέτηση μιας πρόπλακας και η εικόνα 3.24 την διάταξη του πρόσθετου οπλισμού.

Εικ. 3.25 απεικονίζεται ο τρόπος σύνδεσης των τοιχωμάτων υπό γωνία με την προσθήκη του πρόσθετου οπλισμού και τη δημιουργία κρυφοκολώνας.

Εικ. 3.26 και 3.27 δείχνουν ολοκληρωμένες τις εργασίες στην πρόπλακα (πρόσθετος οπλισμός, αναμονές, σωληνώσεις εγκαταστάσεων) και την έναρξη σκυροδέτησης των τοιχωμάτων.

#### **3.4.5.3 Η μέθοδος των προκατασκευασμένων κυψελών**

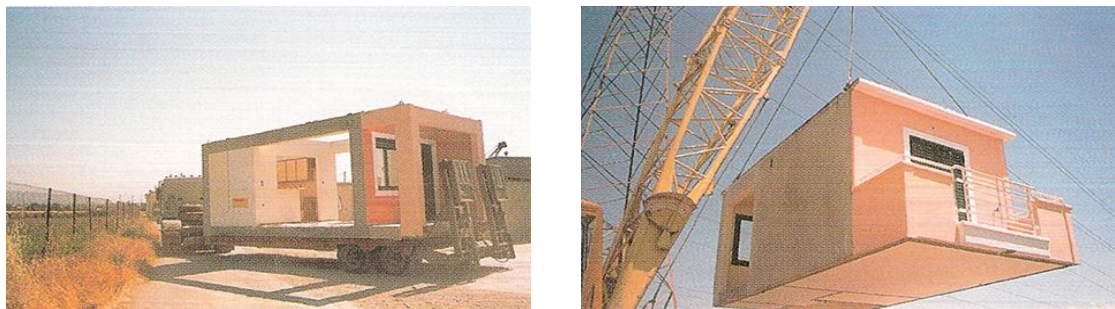
Η λογική της μεθόδου είναι η ανάλυση του κτηρίου χωρικά και η διάσπαση του σε επιμέρους μονάδες οι οποίες αποτελούνται από ένα ή περισσότερους λειτουργικούς χώρους – δωμάτια, αυτόνομους ή μη ώστε με την οριζόντια και καθ' ύψος διάταξη των μονάδων αυτών να σχηματιστεί η τελική μορφή του κτηρίου. Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί να αποδειχτεί εξαιρετικά χρήσιμη σε περιπτώσεις κατασκευών όπου έχουμε επανάληψη βασικών λειτουργικών χώρων όπως σε σχολεία, ξενοδοχεία, φοιτητικές εστίες, αλλά και σε ορισμένες περιπτώσεις κατοικιών εφόσον οι αρχιτεκτονικές απαιτήσεις το επιτρέπουν. Σε μερικές περιπτώσεις η χρήση των κυψελών σε μία κατασκευή μπορεί να γίνει απλά και μόνο για συγκεκριμένους χώρους, συνήθως για την κουζίνα και το μπάνιο, οι οποίοι εμφανίζουν και τον υψηλότερο βαθμό τυποποίησης διαστάσεων.

Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ο εξαιρετικά μειωμένος χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της κατασκευής σε σχέση με τη συμβατική μέθοδο. Αυτό βεβαίως έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι κυψέλες έρχονται από το εργοστάσιο έχοντας περασμένες όλες τις απαραίτητες καλωδιώσεις και σωληνώσεις, με τα πατώματα και τα κουφώματα τοποθετημένα και βαμμένες εξωτερικά και εσωτερικά με αποτέλεσμα στη θέση του έργου απλά να

πραγματοποιούνται οι εργασίες για την βάση έδρασης, την τοποθέτηση και σύνδεση των κυψελών. Σε αυτό έρχεται φυσικά να προστεθεί και το αυξημένο επίπεδο ποιότητας που οφείλεται στο ότι το τελικό προϊόν που κατασκευάζεται είναι σε σημαντικό μεγάλο βαθμό βιομηχανικό και έχει παραχθεί υπό ελεγχόμενες συνθήκες εργοστασίου. Το κόστος μειώνεται όσο περισσότερες είναι οι όμοιες κυψέλες που αποτελούν το κτήριο ενώ με το σύστημα των κυψελών υπάρχει η δυνατότητα για αποσυναρμολόγηση κάποιων τμημάτων της κατασκευής και αντικατάστασής τους ή επανατοποθέτησης αυτών σε άλλη θέση σε περίπτωση που εκτιμάται ότι στο μέλλον μπορεί να χρειαστεί κάποια επέκταση ή αναδιάταξη στο υπό μελέτη έργο. Από την άλλη η χρήση της μεθόδου περιορίζεται αρκετά και εφαρμόζεται σε συγκεκριμένο τύπο και μορφή κατασκευών. Οι διαστάσεις στις οποίες μπορεί να παραχθούν οι κυψέλες είναι τυποποιημένες προκειμένου να είναι δυνατή η μεταφορά τους πάνω στα οχήματα πλατφόρμες με τις μέγιστες διαστάσεις να είναι 3,60m x 7,20m. Αποτέλεσμα είναι φυσικά σημαντικοί σχεδιαστικοί περιορισμοί στο μέγεθος και το σχήμα του κτηρίου καθώς και στη διάταξη και τις διαστάσεις των διάφορων χώρων και δωματίων. Η μικρή ευελιξία που εμφανίζει η μέθοδος σχεδιαστικά, επιβαρύνεται και από το γεγονός ότι η πρόσβαση στη θέση του έργου πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει τη διέλευση και τους ελιγμούς των συγκεκριμένων ογκωδών οχημάτων μεταφοράς άνετα και με ασφάλεια σε κάθε σημείο της διαδρομής.

Αναφορικά με την παραγωγική διαδικασία των κυψελών, η κατασκευή τους όπως αναφέρθηκε γίνεται εξ ολοκλήρου στο εργοστάσιο. Χρησιμοποιείται σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και οι κυψέλες σχηματίζονται είτε με σύνδεση επιμέρους επιφανειακών και, όπου απαιτείται, γραμμικών στοιχείων είτε με χρήση καλουπιών για απευθείας παραγωγή. Σε κάθε περίπτωση παράγεται μια αντισεισμική μονολιθική κυψέλη με τη δεύτερη να υπερισχύει αισθητά σε θέματα ταχύτητας, αυτοματισμού και τυποποίησης. Κάτι λογικό αφού στη μια περίπτωση χρησιμοποιείται ένα μόνο καλούπι ειδικά διαμορφωμένο που μας δίνει την τελική κυψέλη ενώ στη άλλη απαιτούνται τόσα όσα τα διαφορετικών διαστάσεων επιμέρους στοιχεία. Έτσι πρώτα κατασκευάζονται τα επιφανειακά τοιχώματα και η πρόπλακα του πατώματος και της οροφής της κυψέλης με έγχυση σκυροδέματος σε χαλύβδινα οριζόντια καλούπια στα οποία τοποθετείται αρχικά ο οπλισμός και η στρώση της θερμομόνωσης. Στη συνέχεια τα επιφανειακά στοιχεία ενώνονται μεταξύ τους με κατάλληλες διατάξεις

πείρων και αναμονών και φυσικά με σκυροδέτηση τόσο στα σημεία ενώσεων για αποκατάσταση συνεκτικότητας μεταξύ των τμημάτων όσο και στις πρόπλακες για να



*Εικ. 3.28: Ολοκληρωμένες κυψέλες – τμήματα κατοικίας κατά τη φάση μεταφοράς και ανάρτησης. Στην πρώτη διακρίνεται ο ολοκληρωμένος χώρος της κουζίνας. [80]*

διαμορφωθεί η τελική τους στρώση. Αφού σχηματιστεί η τελική μορφή της κυψέλης ξεκινούν οι εργασίες αποπεράτωσης (ηλεκτρικά, υδραυλικά, θέρμανση, δάπεδα, κουφώματα, εξοπλισμοί, είδη υγιεινής, χρωματισμοί κλπ.) οι οποίες, ανάλογα και με τις απαιτήσεις του έργου και του ιδιοκτήτη, ολοκληρώνονται μέχρι και 90% στο εργοστάσιο έτσι ώστε με την μεταφορά και τοποθέτηση των κυψελών στη θέση του έργου, να υπολείπονται ελάχιστες επί τόπου εργασίες.



*Εικ. 3.29: Τοποθέτηση κυψέλης [33]*

#### **3.4.5.4 Σημεία προσοχής για αποφυγή βλαβών**

Για την απόλυτη επιτυχία της κατασκευαστικής διαδικασίας προκειμένου να εξασφαλιστεί ανθεκτικότητα και μεγάλη διάρκειας ζωής στην κατασκευή χωρίς βλάβες και αστοχίες απαιτείται επιπλέον προσοχή σε κάποια σημεία. Πρώτα απ όλα η ανάρτηση και μεταφορά των στοιχείων σκυροδέματος πρέπει να γίνεται με προσοχή ώστε να μην προκληθούν ζημιές που μπορεί να επηρεάσουν τη συναρμογή και τη συμπεριφορά των στοιχείων.

Αναμφισβήτητα, εξαιρετικής σημασίας είναι η σωστή μελέτη των συνδέσεων και η ακριβής υλοποίησή τους. Ο πρόσθετος οπλισμός πρέπει να υπολογίζεται και να τοποθετείται σωστά αφού κακή τοποθέτηση ή/και σφάλματα στις διαστάσεις των προκατασκευασμένων κλωβών οπλισμού μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις να έχουν συνέπεια την ανεπάρκεια του οπλισμού και ακολούθως τη ρηγμάτωση. Επιπροσθέτως όσο αφορά τις συνδέσεις, προσοχή πρέπει να δίνεται στη διαπερατότητα των αρμών. Ανοιχτοί αρμοί μεταξύ πρόχυτων στοιχείων, προσβαλλόμενοι από τη ροή του νερού οδηγούν σε τοπικές αποσαθρώσεις του σκυροδέματος. Ακόμη ειδικά στην προκατασκευή, οι συνδέσεις πρέπει να έχουν αυξημένη πλαστιμότητα η οποία να ελέγχεται και σε κρουστικές καταπονήσεις.

Βλάβες μπορούν να εμφανιστούν και λόγω ασυμβατότητας παραμορφώσεων δοκών και τοιχωμάτων. Ένα παράδειγμα είναι οι εύκαμπτες δοκίδες ελαφρού σκυροδέματος που ενίοτε εμφανίζουν βέλη κάμψης τα οποία βέλη συνεπάγονται βλάβες στις επικαλύψεις των πατωμάτων ή και στα διαχωριστικά τοιχώματα, τα οποία με τη σειρά τους μη μπορώντας να ακολουθήσουν αυτές τις παραμορφώσεις ρηγματώνονται. Χρειάζεται λοιπόν κατάλληλη πρόβλεψη ώστε τέτοια φαινόμενα να αποκλείονται ή, σε περίπτωση που αυτό δεν είναι δυνατό, οπωσδήποτε να περιορίζονται σε ένα εύρος παραμορφώσεων ανεκτό από όλα τα στοιχεία χωρίς εμφάνιση ρωγμών και λειτουργικών βλαβών.

#### **3.4.5.5 Κύριες εφαρμογές της προκατασκευής σκυροδέματος**

Πέρα από την αυξανόμενη χρήση των συστημάτων δόμησης προκατασκευής σκυροδέματος που αναφέρθηκαν και απαντώνται κυρίως σε κτηριακά έργα που εμφανίζουν επανάληψη και τυποποίηση σε χώρους, ο τομέας της προκατασκευής

σκυροδέματος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανέγερση πληθώρας έργων εξαιρετικής σημασίας τόσο από άποψη τεχνικής και σχεδιασμού όσο και από πλευράς επιπέδου δυσκολίας, μεγέθους και χρήσεων. Μερικά από αυτά τα έργα, στα οποία η χρήση του σκυροδέματος ως βασικό υλικό καθίσταται ευχερής εξαιτίας της προκατασκευής, αναφέρονται παρακάτω.

Η προκατασκευή στη γεφυροποιία είναι ίσως από τις πρώτες μορφές προκατασκευής που παρουσιάστηκαν. Και αν αρχικά το ξύλο αποτέλεσε το βασικό υλικό με τον σίδηρο να το διαδέχεται και να κυριαρχεί για μεγάλο διάστημα λόγω του χαμηλού βάρους σε σχέση με τις μεγάλες του αντοχές, η εφαρμογή της προέντασης έδωσε τεράστια ώθηση στην προκατασκευή γεφυρών από σκυρόδεμα κυρίως επειδή κατέστησε δυνατή την πλήρη εκμετάλλευση της αντοχής του σκυροδέματος με αποτέλεσμα να επιτευχθούν μεγάλα ανοίγματα χωρίς περιττό βάρος. Είναι δε σκόπιμο να αναφερθεί πως σε πολλές περιπτώσεις η κλασική κατασκευή της γέφυρας με επιτόπου διάστρωση είναι ασύμφορη και από άποψη δαπανών αλλά και από άποψη χρόνου.

Από το 1920 άρχισε και η εφαρμογή προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος στην επένδυση σηράγγων με την επιθυμία αντικατάστασης του ακριβού χάλυβα με το φθηνότερο σκυρόδεμα να δίνει την απαραίτητη ώθηση προς την κατεύθυνση αυτή. Η μέθοδος της διπλής επένδυσης, με την εξωτερική να αναλαμβάνει τα φορτία του εδάφους και την εσωτερική να συγκρατεί και να προστατεύει τη μόνωση που κατασκευάζεται μεταξύ των δύο, μπορεί να εξασφαλίσει πλήρη υδατοστεγάνωση σε περίπτωση ύπαρξης υδροφόρων στρωμάτων. Μπορεί επίσης να εφαρμοστούν προκατασκευασμένα τεμάχια σκυροδέματος, υδατοστεγή εκ της κατασκευής τους, με εφαρμογή της κατάλληλης στεγανοποίησης στους μεταξύ τους αρμούς. Η επένδυση της σήραγγας και η στατική λειτουργία του συστήματος εξαρτώνται από τον τρόπο διάνοιξης, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και την ύπαρξη ή μη υπογείων νερών. Όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες η προκατασκευή πλεονεκτεί σε ταχύτητα έναντι του επιτόπου διαχυνόμενου σκυροδέματος και σε συνδυασμό με τη μέθοδο διάνοιξης με προωθούμενο δακτύλιο επιτυγχάνεται η συνεχής προώθηση του χωρίς διακοπή.

Χαρακτηριστική είναι η χρήση προκατασκευασμένων στοιχείων σκυροδέματος και στα λιμενικά έργα. Συγκεκριμένα η κατασκευή των κρηπιδωμάτων και κρηπιδότοιχων γίνεται με προκατασκευασμένους ογκόλιθους από σκυρόδεμα ενώ



ειδικά διαμορφωμένα στοιχεία χρησιμοποιούνται και στην κατασκευή των κυματοθραυστών με πιο συνηθισμένα τα **tetrapods**.



Εικ. 3.30: Κατασκευή κρηπιδότοιχου [95]



Εικ. 3.31: Tetrapods [95]

Μια άλλη ομάδα έργων στην οποία κατά κόρον χρησιμοποιείται η προκατασκευή από σκυρόδεμα είναι στην αποχέτευση αστικών και βιομηχανικών λυμάτων. Τσιμεντοσωλήνες, φρεάτια, σιφόνια, αντλιοστάσια, χώροι υποδοχής και επεξεργασίας λυμάτων, δεξαμενές έχουν τυποποιηθεί και επιπλέον με τη βιομηχανική παραγωγή τους είναι δυνατή η εφαρμογή όλων των προηγμένων τεχνολογιών που εξασφαλίζουν καλύτερα αποτελέσματα με προϊόντα ανθεκτικότερα, πιο ποιοτικά και σε καλύτερες τιμές και σχέσεις απόδοσης – κόστους. Πιο συγκεκριμένα εμφανίζουν μεγαλύτερη μηχανική και χημική αντοχή στα αστικά λύματα και υπό προϋποθέσεις στα βιομηχανικά απόβλητα, τα γεωμετρικά τους στοιχεία είναι ακριβή και ο χρόνος συναρμολόγησης μικρός άρα και η παράδοση του έργου συντομότερη ενώ αντίστοιχα αυξάνεται ο χρόνος χρήσης τους.

Τέλος, προκατασκευασμένα στοιχεία χρησιμοποιούνται ευρέως στην κατασκευή σιδηροδρόμων και στα έργα οδοποιίας. Στην πρώτη περίπτωση έχουμε τη χρήση προκατασκευασμένων προεντεταμένων στρωτήρων σκυροδέματος οι οποίοι παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή ασφαλείας και μηδαμινές σχεδόν κατασκευαστικές ατέλειες και στην δεύτερη τη χρήση στηθαίων ασφαλείας από σκυρόδεμα.

### 3.5 Σύγκριση μεταξύ βιομηχανοποιημένης και συμβατικής δόμησης

Είναι εύκολο να διαπιστωθεί από τα παραπάνω ότι η προκατασκευή αποτελεί μάλλον αναπόσπαστο πλέον κομμάτι της κατασκευαστικής διαδικασίας και η εφαρμογή της απλώνεται σε όλο και περισσότερους κατασκευαστικούς τομείς. Υπό αυτό το πρίσμα, η σύγκριση βιομηχανοποιημένης και συμβατικής δόμησης είναι σημαντική ώστε να προκύψουν ορισμένα συμπεράσματα για τη χρήση της προκατασκευής και να αξιολογηθούν τα υπέρ και τα κατά αυτής. Πρώτα όμως, είναι σημαντικό να επισημανθούν βασικές διαφορές στον τρόπο προσέγγισης της βιομηχανοποιημένης δόμησης, πέρα φυσικά από το αμιγώς κατασκευαστικό κομμάτι, στον υπολογισμό και τον έλεγχο ενός έργου.

Αρχικά, η επίλυση των προβλημάτων ελέγχου ποιότητας μεταφέρονται από το εργοτάξιο στο εργοστάσιο, όπου και πραγματοποιείται μεγάλο κομμάτι της κατασκευαστικής διαδικασίας και εκεί εστιάζεται η διασφάλιση της ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος, το οποίο θα μεταφερθεί και θα χρησιμοποιηθεί στο χώρο του έργου. Επιπλέον, εισάγονται στο σχεδιασμό προβλήματα αντοχής των μεγαλύτερων στοιχείων κατά τη μεταφορά και προβλήματα προσωρινής ευστάθειας κατά την τοποθέτησή τους. Ιδιαίτερης σημασίας είναι, φυσικά, και η μελέτη του τρόπου σύνδεσης των προκατασκευασμένων επιμέρους στοιχείων μεταξύ τους, προκειμένου να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη σταθερότητα και η τελική συναρμολογούμενη ενότητα να είναι ανθεκτική στο χρόνο. Η τυποποίηση μεταβάλλει τα κριτήρια οικονομικότητας στην επιλογή διατομών και δίνει τη δυνατότητα για χρήση και συνδυασμό κι άλλων υλικών πέραν του συμβατικού σκυροδέματος ενώ επίσης πάνω σε διαφορετική βάση γίνεται ο προγραμματισμός του έργου. Τέλος, η λειτουργία της βιομηχανικής δόμησης βάσει σαφών οικονομοτεχνικών και κατασκευαστικών περιορισμών οδηγεί την αρχιτεκτονική και τη στατική λύση σε υποχρεωτικές κατευθύνσεις.

### 3.5.1 Πλεονεκτήματα της βιομηχανοποιημένης δόμησης

Στα περισσότερα έργα που δομούνται με τη μέθοδο της προκατασκευής εκτιμάται πως τουλάχιστον το 80% του όγκου των βαρέων δομικών στοιχείων μπορεί να προκατασκευαστεί στο εργοστάσιο και το υπόλοιπο 20% να ολοκληρωθεί στον χώρο του έργου. Η βιομηχανοποιημένη δόμηση παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα έναντι της συμβατικής.

- ο **Οικονομία χρόνου:** Η προκατασκευή των επιμέρους βαρέων δομικών στοιχείων στο εργοστάσιο εξασφαλίζει την ομαλή ροή της παραγωγής τους, ανεξάρτητης από τις καιρικές συνθήκες με αποτέλεσμα την διατήρηση του χρονοδιαγράμματος σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό. Σε αυτό βοηθά και το γεγονός ότι τα πιθανά προβλήματα που ενδέχεται να ανακύψουν στις φάσεις του έργου είναι σχετικά προβλέψιμα. Και παρόλο που η παραγωγή και η συναρμολόγηση είναι εργασίες χρονικά ανεξάρτητες, είναι δυνατό με το σωστό προγραμματισμό, να είναι χρονικά παράλληλες ώστε να μειωθεί ο χρόνος κατασκευής, ειδικά σε σύνθετα έργα. Ακόμη τα προκατασκευασμένα στοιχεία μπορούν να ξεκινήσουν να παράγονται πριν ολοκληρωθεί η τελική μελέτη και έγκριση των αδειών ώστε να εξοικονομηθεί επιπλέον χρόνος. Τελικά η εξοικονόμηση χρόνου είναι δυνατόν να φθάσει και το 50% σε σχέση με την αντίστοιχη συμβατική μέθοδο, κάτι εξαιρετικά σημαντικό ειδικά για έργα μεγάλης κλίμακας με στενά και αυστηρά χρονικά περιθώρια.

- ο **Μειωμένο κόστος κατασκευής:** Η οικονομία του χρόνου έχει άμεση συνέπεια τη μείωση του συνολικού κόστους του έργου. Οι ελεγχόμενες συνθήκες παραγωγής των επιμέρους στοιχείων δίνουν τη δυνατότητα για μεγαλύτερη οργάνωση και εξειδίκευση καθώς και για αυξημένο βαθμό εκμετάλλευσης των διατιθέμενων πόρων. Ο υπολογισμός του κόστους είναι λιγότερο πολύπλοκος και τα όποια σφάλματα αρκετά περιορισμένα με αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο του κόστους και τη κατάθεση προσφορών με μεγαλύτερη ακρίβεια. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι η κατασκευή είναι απαλλαγμένη ανάγκης για προσωρινά κριώματα στο χώρο ανέγερσης, πράγμα που σημαίνει περαιτέρω μείωση του κόστους. Είναι δυνατόν, το συνολικό κόστος να είναι μειωμένο μέχρι και 30% σε σύγκριση με τη συμβατική κατασκευή κάτι το ποίο όμως δεν είναι σε καμία περίπτωση απόλυτο ή κανόνας αφού μεγάλο μέρος του τελικού κόστους είναι σε συνάρτηση με την απόσταση από τη μονάδα παραγωγής (κόστος μεταφοράς) αλλά και με το είδος και

μέγεθος του έργου (βαθμός τυποποίησης και επανάληψης των επιμέρους δομικών στοιχείων).

- ο **Διασφάλιση ανώτερου επιπέδου ποιότητας:** Τα δομικά στοιχεία του έργου κατασκευάζονται στο εργοστάσιο με την εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών, με αυτοματοποιημένες διαδικασίες κάτω από συνθήκες ιδανικές και απόλυτα ελεγχόμενες συνθήκες. Η πιστή εφαρμογή των κανόνων και των προδιαγραφών είναι πολύ πιο εύκολη στη μονάδα παραγωγής, όπως και οι απαραίτητοι έλεγχοι ποιότητας. Ακόμη, το εργατικό δυναμικό παρουσιάζει σημαντικό βαθμό εξειδίκευσης μειώνοντας το ενδεχόμενο κακοτεχνιών. Έτσι το τελικό προϊόν παρουσιάζει μεγαλύτερη ομοιογένεια, έχει ακριβείς διαστάσεις διατομής, οπλισμών, αποστάσεων μεταξύ τους και επικαλύψεων και επίσης έχει εξασφαλισμένη σταθερή υψηλή αντοχή.

- ο **Σεισμική συμπεριφορά:** Οι σύγχρονες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται εξασφαλίζουν υψηλό επίπεδο ποιότητας στα παραγόμενα επιμέρους στοιχεία και οδηγούν στην υλοποίηση κατασκευών με βελτιωμένη αντισεισμική συμπεριφορά. Ειδικότερα οι μονολιθικές κατασκευές που προκύπτουν με την εφαρμογή των μεθόδων προκατασκευής από σκυρόδεμα είναι απόλυτα αντισεισμικές, με καλύτερη συμπεριφορά από τις αντίστοιχες συμβατικές. Ακόμη και οι χαλύβδινες και σύμμικτες κατασκευές λόγω των ιδιοτήτων του χάλυβα εμφανίζουν πολύ καλή σεισμική συμπεριφορά.

- ο Μικρότερος αριθμός εργατοτεχνικού προσωπικού στο εργοτάξιο και μειωμένη επί τόπου εργασία με βελτίωση των συνθηκών αυτής και ελαχιστοποίηση των κινδύνων εργατικών ατυχημάτων.

- ο Σημαντικά μειωμένη επιβάρυνση για το περιβάλλον στο χώρο του εργοταξίου

- ο Περιορισμός στην όχληση των γύρω περιοχών [103]

### 3.5.2 Μειονεκτήματα της βιομηχανοποιημένης δόμησης

Παρά τα δεδομένα και σημαντικά πλεονεκτήματα της βιομηχανικής δόμησης έναντι της συμβατικής υπάρχουν και ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία συνοψίζονται παρακάτω.

- **Ανάγκη μεγάλης ποσότητας παραγωγής για βιωσιμότητα:** Προκειμένου να υπάρξει απόσβεση της μεγάλης αρχικής επένδυσης κεφαλαίου σε ένα λογικό χρονικό ορίζοντα, είναι απαραίτητη η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων προκατασκευασμένων στοιχείων καθώς σε αντίθετη περίπτωση το κόστος είναι μεγάλο και ασύμφορο τόσο για τη μονάδα παραγωγής και τον ιδιοκτήτη όσο και για την όποια κατασκευή. Έτσι, για να υπάρχει κερδοφορία και ανάπτυξη στον τομέα απαιτείται αυξημένη αγοραστική ζήτηση όχι μόνο βραχυπρόθεσμα αλλά και σε βάθος χρόνου πράγμα που δεν γίνεται ούτε να προβλεφθεί αλλά ούτε να διασφαλιστεί σε ικανοποιητικό βαθμό.

- **Ειδικός μηχανολογικός εξοπλισμός:** Τα παραγόμενα στοιχεία έχουν μεγάλο βάρος και όγκο, διαφορετικές μορφές και σχήμα. Για το λόγο αυτό η αποθήκευση, μεταφορά, τοποθέτηση και συναρμολόγηση τους απαιτεί βαριά και ισχυρά ανυψωτικά μέσα, ειδικά οχήματα - πλατφόρμες μεταφοράς, ειδικά μηχανικά μέσα σύνδεσης. Απαιτείται δε ιδιαίτερη προσοχή στη μεταφορά για την αποφυγή καταπονήσεων και φθορών στα προκατασκευασμένα στοιχεία, ενώ η θέση του έργου πρέπει να είναι τέτοια που να επιτρέπει τη διέλευση των βαρέων οχημάτων και γερανών και τους ελιγμούς τους.

- **Μείωση εργατικού δυναμικού στο εργοτάξιο:** Παρά τη δεδομένη μείωση του συνολικού κόστους του έργου εξαιτίας της μείωσης εργατικού δυναμικού και ωρών εργασίας, είναι αρνητικό ότι οι θέσεις εργασίας λιγοστεύουν και το φαινόμενο της ανεργίας στον κλάδο μοιραία ενισχύεται και μάλιστα σε μια περίοδο ιδιαίτερα δύσκολη και κρίσιμη όχι μόνο για τον κατασκευαστικό τομέα.

- **Έλλειψη ενιαίου συστήματος τυποποίησης και κανονισμών**

- **Σαφείς σχεδιαστικοί περιορισμοί σε ορισμένα συστήματα δόμησης**

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ**

### **4.1 Εισαγωγή**

#### **4.1.1 Η ανάπτυξη του τουρισμού στην παγκόσμια οικονομία**

Ο τουρισμός είναι ένας από τους δυναμικότερα αναπτυσσόμενους τομείς της παγκόσμιας οικονομίας, τόσο σε απόλυτους όσο και σε σχετικούς όρους και αποτελώντας την κυρίαρχη δραστηριότητα σε πολλές χώρες, έχει αξιόλογες πολλαπλασιαστικές επιδράσεις στους άλλους τομείς της οικονομίας, συμβάλλοντας έτσι στη συνολική οικονομική ανάπτυξη των χωρών. Στη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών σημείωσε σημαντική μεγέθυνση, συνδεδεμένος άμεσα με την κοινωνικοοικονομική αναπτυξιακή διαδικασία, καθώς συμβάλλει στην άνοδο του επιπέδου διαβίωσης των τουριστικά ανεπτυγμένων περιοχών και ακολούθως στη ευημερία των πολιτών. Όσο αφορά τον επιχειρηματικό όγκο του τουρισμού, ενδεχομένως ξεπερνάει σε παγκόσμια κλίμακα αυτόν των εξαγωγών πετρελαίων, ειδών διατροφής και αυτοκινήτων, ενώ παράλληλα παραμένει η βασική πηγή εισοδήματος για πολλές αναπτυσσόμενες χώρες. Παράλληλα ως οικονομικός τομέας συνδέεται άμεσα με πολλούς άλλους τομείς της οικονομίας και της παραγωγής. Κατά συνέπεια τα οφέλη που η αύξηση του επιφέρει είναι πολυποίκιλα και στον τομέα της απασχόλησης. Ενδεικτικά του μεγέθους του τουρισμού στην παγκόσμια οικονομία είναι τα παρακάτω αριθμητικά στοιχεία. [42, 77]

- Από το 1952 έως το 2005 ο αριθμός των διεθνών τουριστικών αφίξεων αυξήθηκε με ρυθμό 6,5% κατά έτος, με αποτέλεσμα ο συνολικός αριθμός των ταξιδιωτών να εκτιναχθεί από τα 25 στα 806 εκατομμύρια.
- Ο ρυθμός αύξησης του εισοδήματος που προέκυψε από αυτές τις αυξήσεις ήταν ιδιαίτερα μεγάλος, αγγίζοντας το 11,2% για την προαναφερθείσα περίοδο γιγαντώνοντας την παγκόσμια οικονομία και αγγίζοντας τα 680 δις δολάρια το 2005.
- Ως το 1950 οι 15 κορυφαίοι προορισμοί απορροφούσαν το 88% των παγκοσμίων αφίξεων με το ποσοστό να μειώνεται στο 75% για το 1970 και στο 57% για το 2005 με αποτέλεσμα την πιο ομοιόμορφη κατανομή των οφελών του

παγκόσμιου τουρισμού, συμπεριλαμβανομένων πλέον των νέων προορισμών, πολλοί από τους οποίους βρίσκονται σε αναπτυσσόμενες χώρες.

- Το 2006 οι παγκόσμιες αφίξεις άγγιξαν τα 842 εκατ. Σημειώνοντας αύξηση της τάξεως του 4,6% σε σχέση με το προηγούμενο έτος.
- Το 2007 παρουσιάζεται ως το τέταρτο συνεχόμενο έτος σταθερής μεγέθυνσης της παγκόσμιας τουριστικής βιομηχανίας, η οποία παρουσιάζεται συνολικά ευπροσάρμοστη στις ποικίλες κρίσεις που ενδεχομένως προκύπτουν.
- Το 2008 ήταν το έτος που ο παγκόσμιος τουρισμός επλήγει σημαντικά από την παγκόσμια οικονομική κρίση και άρχισε μια αντίστροφη πορεία που συνεχίστηκε και το πρώτο μισό του 2009.
- Το 2009 οι παγκόσμιες αφίξεις μειώθηκαν κατά 4,2% σε σχέση με το 2008 φθάνοντας τα 880 εκατ., ενώ το 2010 ο τουρισμός δείχνει να ανακάμπτει σιγά σιγά και να σημειώνει θετικά αποτελέσματα.
- Το 2010 οι παγκόσμιες αφίξεις αυξήθηκαν κατά 7% και οι πρώτοι μήνες του 2011 σημειώνουν αύξηση κοντά στο 5%.
- Με ορίζοντα το 2020, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Τουρισμού (WTO) προβλέπει μέσο ρυθμό ετήσιας αύξησης των διεθνών τουριστικών αφίξεων της τάξης του 4,1%. Συνεπώς ως τότε οι διεθνείς αφίξεις αναμένεται να ξεπεράσουν το 1,5 δις ταξιδιωτών. [42]

Εν όψει του 21<sup>ου</sup> αιώνα ο παγκόσμιος τουρισμός αντιμετωπίζει μεγάλες προκλήσεις οι οποίες σχετίζονται με την ισόρροπη και βιώσιμη ανάπτυξη, την αντιμετώπιση των ανισοτήτων σε ζητήματα πλούτου και ευκαιριών αλλά και την ορθή κατανομή και διαχείριση των υπαρχόντων φυσικών πόρων, όπως ακριβώς συμβαίνει με κάθε ζωντανό κομμάτι της παγκόσμιας οικονομίας που έρχεται αντιμέτωπο με τη διαρκώς εξελισσόμενη διεθνή πραγματικότητα.

#### **4.1.2 Ο τουρισμός στην Ελλάδα**

Η αδιαμφισβήτητη σημασία του τουρισμού για την Ελλάδα ως εξαιρετική και μια από τις βασικότερες – αν όχι η βασικότερη - πηγή εσόδων, με ιδιαίτερα μεγάλη συμμετοχή στην ανάπτυξη και την ανταγωνιστικότητα της οικονομίας, καταδεικνύεται και από τα στοιχεία του Συνδέσμου Ελληνικών Τουριστικών

Επιχειρήσεων (ΣΕΤΕ). Σύμφωνα με αυτά η συμβολή της τουριστικής οικονομίας το 2009 στο ΑΕΠ της χώρας φθάνει το 15,2%, ενώ η συνολική απασχόληση στην τουριστική οικονομία με 774.200 θέσεις εργασίας αντιστοιχεί στο 18,5% των απασχολούμενων. Σημειώνεται δε, ότι μέχρι το 2019 η απασχόληση στην τουριστική οικονομία μπορεί να αυξηθεί τουλάχιστον κατά 360.000 άτομα, καλύπτοντας έτσι το 100% των ανέργων κατά το 2009! Συγκρινόμενος σε παγκόσμιο επίπεδο, ο ελληνικός τουρισμός καταγράφει ικανοποιητικές επιδόσεις. Σύμφωνα με τα τελευταία διαθέσιμα στοιχεία του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού (WTO), η Ελλάδα το 2009 ήταν 16<sup>η</sup> σε επίπεδο διεθνών αφίξεων και 15<sup>η</sup> σε επίπεδο εσόδων. Επίσης σύμφωνα με το Παγκόσμιο Οικονομικό Φόρουμ (WEF), το 2009 η χώρα μας καταλαμβάνει την 24<sup>η</sup> θέση μεταξύ 133 χωρών στο Δείκτη Ταξιδιωτικής και Τουριστικής Ανταγωνιστικότητας, ενώ στο Γενικό Δείκτη Ανταγωνιστικότητας καταλαμβάνει μόλις την 71<sup>η</sup>. Τα στοιχεία αυτά αποδεικνύουν ότι ο τουρισμός είναι ένας από τους ελάχιστους τομείς της ελληνικής οικονομίας, που είναι ανταγωνιστικός σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού για το 2009 καθώς και ορισμένα συγκριτικά στοιχεία σε σχέση με τις ανταγωνίστριες στο τομέα αυτό χώρες συνοψίζονται στο παρακάτω πίνακα του ΣΕΤΕ. [76,69,77]



<b>Βασικά Μεγέθη του Ελληνικού Τουρισμού 2009</b>	
Συμμετοχή στο ΑΕΠ	15,2% [WTTC]
Συμμετοχή στην απασχόληση	18,5% της συνολικής απασχόλησης [WTTC]
Απασχόληση (άμεση & έμμεση)	774.200 [WTTC]
Έσοδα	10,4 δισ. € [ΤΤΕ]
Αφίξεις Αλλοδαπών	14,9 εκατ.
Μέση κατά κεφαλή δαπάνη	697 €
Μερίδιο Αγοράς	1,7% Παγκόσμια, 3,2% Ευρώπη
Εποχικότητα	52% των αφίξεων αλλοδαπών πραγματοποιείται Ιούλιο - Αύγουστο - Σεπτέμβριο
Συγκέντρωση Προσφοράς	52% των ξενοδοχειακών κλινών συγκεντρώνονται σε 3 περιοχές της Ελλάδας [ΞΕΕ]
Ξενοδοχειακή Υποδομή	9.554 ξενοδοχεία / 726.546 κλίνες [ΞΕΕ]
Τop 5 αγορές	Γερμανία (2.364.486), Ην. Βασίλειο (2.112.149), Γαλλία (962.435), Ιταλία (935.011), Ολλανδία (651.440) [ΕΣΥΕ]
Τop 5 αεροδρόμια (σε αφίξεις αλλοδαπών)	Αθήνα (3.140.851), Ηράκλειο (1.946.544), Ρόδος (1.321.806), Θεσσαλονίκη (862.054), Κέρκυρα (733.137) [ΕΣΥΕ]

#### **Επιδόσεις 2009**

<b>Ελλάδα - Ανταγωνιστές</b>						
<b>Δείκτες Απόδοσης 2009</b>	<b>Ελλάδα</b>	<b>Ισπανία</b>	<b>Κύπρος</b>	<b>Τουρκία</b>	<b>Αίγυπτος</b>	<b>Κροατία</b>
Κατάταξη - Διεθνείς Αφίξεις	16η	3η	κάτω από την 50η	7η	19η	24η
Κατάταξη - Έσοδα	15η	2η	κάτω από την 50η	9η	21η	30η
Διεθνείς Αφίξεις 2009 (εκατ.)	14,9	52,2	2,1	25,5	11,9	9,3
% μεταβολή αφίξεων 2000 - 2009	20,2%	12,5%	-22,2%	165,6%	133,3%	60,3%
Έσοδα - 2009 δις USD	14,5	53,2	2,2	21,3	10,8	8,9
% μεταβολή εσόδων 2000-2009	57,6%	77,3%	15,8%	180,3%	151,2%	217,9%
Μέση κατά κεφαλή Δαπάνη ανά ταξίδι σε USD	973,2	1.019,2	1.047,6	835,3	907,6	957,0
Μερίδιο αγοράς παγκόσμια σε Αφίξεις	1,7%	5,9%	0,2%	2,9%	1,4%	1,1%
Μερίδιο αγοράς παγκόσμια σε Έσοδα	1,7%	6,2%	0,3%	2,5%	1,3%	1,0%

Πηγή: ΣΕΤΕ, επεξεργασία στοιχείων ΕΣΥΕ, UNWTO, WEF

Εικ. 4.1: Βασικά μεγέθη του ελληνικού τουρισμού για το 2009 – Επιδόσεις 2009 [76]

Όλα τα παραπάνω στοιχεία κάνουν κάτι περισσότερο από εμφανές το πόσο σημαντικός είναι ο τουρισμός για την κίνηση της παγκόσμιας οικονομίας και

ιδιαίτερα για την ανταγωνιστικότητα και την ανάπτυξη της οικονομίας της Ελλάδας. Σε περίοδο μάλιστα ύφεσης ο τουρισμός μπορεί και πρέπει να αποτελέσει σημαντικότερη ενίσχυση για τη χώρα και μεγάλη ένεση εσόδων. Αναφέρθηκε και παραπάνω πως από τον τουρισμό εξαρτώνται και επηρεάζονται σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό πάρα πολλοί τομείς της οικονομίας και της παραγωγής. Σε άμεση όμως συνάρτηση με την τουριστική κίνηση βρίσκονται τα τουριστικά καταλύματα είτε πρόκειται για ξενοδοχεία είτε για ενοικιαζόμενα δωμάτια και διαμερίσματα, τα ταξιδιωτικά γραφεία, η ναυτιλία και οι αερομεταφορές. Οι ταξιδιώτες αναζητώντας τουριστικό κατάλυμα θα πρέπει να είναι σε θέση να διακρίνουν ποιες είναι οι προσφερόμενες υπηρεσίες, εγκαταστάσεις και ανέσεις σε κάθε ένα ώστε να μπορούν να επιλέξουν ασφαλώς εκείνο που ταιριάζει στις εκάστοτε ανάγκες και επιθυμίες τους. Κάτω λοιπόν από το πρίσμα τις καλύτερης εξυπηρέτησης των ταξιδιωτών προέκυψε η ανάγκη για μια διεθνή κατηγοριοποίηση των καταλυμάτων.

Παρακάτω θα γίνει αναφορά στο ζήτημα της κατάταξης των τουριστικών καταλυμάτων, στην εικόνα του ξενοδοχειακού δυναμικού στην Ελλάδα, στο πώς αναπτύσσεται και μεγαλώνει ένα ξενοδοχείο από τάξη σε τάξη αλλά και στο πώς μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια και χρήμα σε ένα ξενοδοχείο κάνοντάς το φιλικότερο για το περιβάλλον και οικονομικότερο για τον ιδιοκτήτη.

## **4.2 Κατάταξη των τουριστικών καταλυμάτων**

### **4.2.1 Η χρησιμότητα της κατάταξης**

Τα συστήματα κατάταξης ξενοδοχείων σε κατηγορίες προέκυψαν - σύμφωνα με μελέτη του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού - από την ανάγκη των ταξιδιωτών για αντικειμενική και αξιόπιστη πληροφόρηση σχετικά με τις προσφερόμενες υπηρεσίες, εγκαταστάσεις και ανέσεις. Η πιστοποίηση ενός ξενοδοχείου με έναν αριθμό αστεριών αποτελεί για τον τουρίστα μια διαβεβαίωση ότι το ξενοδοχείο θα του παράσχει υπηρεσίες σύμφωνες με τις προδιαγραφές της αντίστοιχης κατηγορίας.

Η κατάταξη των ξενοδοχείων από ένα έως πέντε αστέρια ναί μεν είναι η πλέον διαδεδομένη διεθνώς, ωστόσο διαφέρουν από χώρα σε χώρα τόσο τα κριτήρια αξιολόγησης όσο και ο τρόπος εφαρμογής τους. Για παράδειγμα σε μερικές χώρες οι

επιθεωρήσεις των ξενοδοχείων γίνονται κατόπιν ραντεβού και σε γνώση του διευθυντή της εκάστοτε μονάδας, ενώ σε άλλες ο επιθεωρητής επισκέπτεται το ξενοδοχείο incognito, δηλαδή ως «mystery guest». Οι διαφορές μεταξύ των επιμέρους συστημάτων έχουν για παράδειγμα ως αποτέλεσμα μια μονάδα να αξιολογείται ως ξενοδοχείο τεσσάρων αστέρων σε μια χώρα και ως πέντε αστέρων σε μια άλλη. Για τη διευκόλυνση των ταξιδιωτών επιχειρήθηκε από πλευράς του Παγκόσμιου Οργανισμού Τουρισμού και άλλων φορέων η εναρμόνιση των συστημάτων «αστεροποίησης» στην Ευρώπη και διεθνώς, χωρίς όμως αποτέλεσμα λόγω διαφωνίας των διεθνών ξενοδοχειακών ενώσεων όπως επίσης και λόγω αντικειμενικών αδυναμιών εναρμόνισης. Σύμφωνα μάλιστα με τον WTO υπάρχουν τρεις βασικοί λόγοι οι οποίοι καθιστούν πρακτικά αδύνατη, στη παρούσα φάση τουλάχιστον, αλλά πιθανόν και στο μέλλον, την ομοιομορφία κατάταξης κατά αστέρια σε διεθνές επίπεδο. Αυτοί είναι πρώτον η διαφορετική παιδεία και κουλτούρα των εργαζομένων και επιχειρηματιών ανάμεσα σε διαφορετικές χώρες του πλανήτη, δεύτερον οι διαφορετικές κατασκευαστικές τεχνικές ανάμεσα ακόμα και σε χώρες της ίδιας ηπείρου όπως για παράδειγμα ανάμεσα στη Βόρεια και Νότια Ευρώπη ή Αμερική και τρίτον οι διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες ανάμεσα σε μείζονες περιοχές τουριστικού προορισμού.

Η σκοπιμότητα εισαγωγής του νέου συστήματος κατάταξης ξενοδοχείων στην Ελλάδα είναι προφανής, ωστόσο η αξιοπιστία του, κατόπιν και των μέχρι στιγμής ατυχών χειρισμών θα πρέπει να φανεί στην πράξη. Για να έχει το σύστημα την επιδιωκόμενη χρησιμότητα, θα πρέπει:

- ο να εφαρμοστούν τα κριτήρια αξιολόγησης σε όλα τα ξενοδοχεία με τον ίδιο τρόπο και την ίδια αυστηρότητα
- ο να γνωστοποιηθούν οι προδιαγραφές που αναλογούν σε κάθε κατηγορία στο ταξιδιωτικό κοινό της Ελλάδας και του εξωτερικού μέσω κατάλληλης επικοινωνιακής υποστήριξης.

Κατά αυτόν τον τρόπο θα διασφαλιστεί ότι η ανακατάταξη των ελληνικών ξενοδοχείων θα συμβάλλει στην υπεύθυνη και αντικειμενική ενημέρωση των καταναλωτών. Με την απονομή αστέρων σε ένα ξενοδοχείο πρέπει δηλαδή να πιστοποιείται ότι το εκάστοτε ξενοδοχείο πληροί τις προδιαγραφές της αντίστοιχης κατηγορίας.

#### 4.2.2 Διαδικασία κατάταξης

Από τη μελέτη των επίσημων συστημάτων κατάταξης ξενοδοχείων σε χώρες της Ευρώπης, προκύπτει ότι η κατάταξη ανατίθεται συνήθως σε έναν από τους εξής τρεις φορείς:

- ο Κατάταξη από τον εκάστοτε δημόσιο οργανισμό τουρισμού όπως (π.χ. Γαλλία, Αγγλία)
- ο Κατάταξη από ξενοδοχειακές οργανώσεις ή επιμελητήρια (π.χ. Γερμανία, Αυστρία και Ελβετία)
- ο Κατάταξη από ειδικούς φορείς πιστοποίησης κατόπιν ανάθεσης από έναν εκ των δύο ανωτέρω φορέων (π.χ. Ιρλανδία, Ουαλία)

Επίσης, υπάρχουν ανεπίσημες κατατάξεις ξενοδοχείων που χαίρουν μεγάλου κύρους στις εκάστοτε χώρες. Κυρίως πρόκειται για τις «αστεροποιήσεις» που γίνονται από εκδότες ταξιδιωτικών και ξενοδοχειακών οδηγών, από λέσχες αυτοκινητιστών καθώς και από tour operators.

Στην Ελλάδα είχε αναλάβει ο ΕΟΤ την εφαρμογή του παλιού συστήματος των τάξεων. Το 2001 κρίθηκε από την τότε πολιτική ηγεσία ότι το νέο σύστημα δεν μπορούσε να υλοποιηθεί από τον ΕΟΤ. Έτσι προτιμήθηκε η ανάθεση του έργου σε ειδικούς φορείς πιστοποίησης μέσω σχετικού διαγωνισμού. Μετά την απόφαση του ΕΟΤ να διακόψει το διαγωνισμό, επελέγη το 2003 μάλλον η χειρότερη δυνατή λύση, δηλαδή η «αυτοκατάταξη» των μονάδων από τους ίδιους τους ξενοδόχους με σχετική υπεύθυνη δήλωση. Με αυτήν την απόφαση - σε συνδυασμό μάλιστα με την απουσία οποιουδήποτε ουσιαστικού ελέγχου έως το 2006 - ακυρώθηκε η πεμπτουσία ενός συστήματος «αστεροποίησης» που δεν είναι άλλη από την αντικειμενική πιστοποίηση του εκάστοτε ξενοδοχείου από έναν ουδέτερο φορέα.

Πιο συγκεκριμένα, η αυτοκατάταξη των ξενοδοχείων δημιουργεί τα εξής προβλήματα:

- ο Δεν διασφαλίζεται η αξιοπιστία του συστήματος καθώς δεν υπάρχει κάποιος φορέας με κύρος που να πιστοποιεί τις κατατάξεις που κάνουν οι ίδιοι οι ξενοδόχοι.
- ο Είναι σύστημα ευάλωτο στην κατάχρηση καθώς αρκούν λίγοι μόνο ξενοδόχοι, που πονηρά σκεπτόμενοι θα δηλώσουν ανώτερη κατηγορία, για να δημιουργηθεί καχυποψία στους καταναλωτές και να προκληθεί αρνητική δημοσιότητα.

ο Εκατοντάδες ξενοδόχοι σε όλη την Ελλάδα χρησιμοποιούν εδώ και χρόνια τα αστέρια για την προβολή των μονάδων τους αφού δεν υπήρχε κάποιο επίσημο σύστημα αστεριών που να τους δεσμεύει. Πολλά από αυτά τα ξενοδοχεία «τεσσάρων αστερών» και «πέντε αστερών», που στην πραγματικότητα σύμφωνα με τα νέα κριτήρια ανήκουν σε κατώτερες κατηγορίες, καλούνται να αποσύρουν διαφημιστικά έντυπα, επιγραφές, πινακίδες και λοιπό υλικό αξίας χιλιάδων Ευρώ και να συμμορφωθούν με το νέο σύστημα. Το ζητούμενο είναι πόσα από αυτά θα προχωρήσουν σε τέτοιες κινήσεις όταν δεν θα πιέζονται από κάποιον ανεξάρτητο φορέα ελέγχου και πιστοποίησης.

ο Κατά την αυτοκατάταξη των μονάδων είναι εξαιρετικά πιθανό να γίνονται πολλά λάθη όχι απαραίτητα από πρόθεση, αλλά λόγω ελλιπούς προετοιμασίας και γνώσης του συστήματος κατάταξης, γεγονός που θα επιφέρει πρόστιμα. Οι ξενοδόχοι καλούμενοι οι ίδιοι να προβούν στην αξιολόγηση της μονάδας τους πιθανόν να συναντήσουν δυσκολίες χωρίς την απαραίτητη εκπαίδευση και υποστήριξη ως προς τα κριτήρια και τον τρόπο αυτοκατάταξης.

Η κατάταξη των ξενοδοχείων μπορεί να πραγματοποιηθεί με επιτυχία και αξιοπιστία μόνο μέσω κάποιου φορέα πιστοποίησης που θα αναλάβει το συγκεκριμένο έργο. Με αυτό τον τρόπο θα διασφαλίζεται η αντικειμενικότητα του συστήματος και θα περιορίζονται τα προβλήματα που σίγουρα θα εμφανιστούν όταν ζητείται από τους ξενοδόχους να κατατάξουν οι ίδιοι τη μονάδα τους.

Η διαδικασία αστεροποίησης και πιστοποίησης στην Ελλάδα έχει καθυστερήσει δραματικά και για ανεξήγητους λόγους - υπό την ανοχή και της πολιτικής ηγεσίας - εδώ και χρόνια. Μάλιστα με την απόφαση του 2006 για αυτοκατάταξη των μονάδων ο έλεγχος που υποτίθεται θα ακολουθούσε από τον ΕΟΤ για χορήγηση πιστοποιήσεων δεν πραγματοποιήθηκε ποτέ με αποτέλεσμα να παρατηρούνται πάμπολλες παρατυπίες και παρανομίες. Ξενοδοχεία κυρίως στην Κρήτη, τη Χαλκιδική και τα Δωδεκάνησα να λειτουργούν δίπλα σε νεκροταφεία και πλησίον στρατοπέδων αντιβαίνοντας στους κανονισμούς λειτουργίας ξενοδοχείων του ΕΟΤ. Επιπλέον δεν είναι λίγα τα ξενοδοχεία εκείνα που ενώ ανήκουν στις κατηγορίες 3 και 4 αστερών τοποθετήθηκαν στην κατηγορία των 5 αστερών προκειμένου να αντλήσουν υψηλότερη επιδότηση από τον αναπτυξιακό νόμο. Πλέον και λόγω τις επιτακτικής ανάγκης για άντληση εσόδων ο ΕΟΤ, στα πλαίσια και της

επερχόμενης σχετικής υπουργικής απόφασης φαίνεται πως θα προχωρήσει στους απαραίτητους ελέγχους για τη χορήγηση αφενός πιστοποιητικών κατάταξης για τα ξενοδοχεία και τα ενοικιαζόμενα δωμάτια και αφετέρου πιστοποιητικών EN 45011 και ISO 172020 που αφορούν τα λειτουργικά και μηχανολογικά μέρη των ξενοδοχειακών επιχειρήσεων. Ειδικότερα από τα τέλη αστεροποίησης για τα ξενοδοχεία και τα κάμπινγκ που θα ανέρχονται στα 500 Ευρώ και από τα τέλη των κλειδιών για τα βοηθητικά καταλύματα (ενοικιαζόμενα δωμάτια) που θα φθάνουν τα 200 Ευρώ, αναμένεται να συγκεντρωθούν περίπου 600 εκατ. Ευρώ. Πέραν των τελών, θα προβλέπεται αμοιβή για τον ΕΟΤ, του οποίου ειδικοί ελεγκτές θα εγκρίνουν τα αστέρια. Η αμοιβή αυτή θα διαφέρει ανά τουριστική μονάδα, βάσει ειδικού τύπου στο οποίο θα εμπεριέχονται ο αριθμός των κλινών σε συνδυασμό με τον τύπο του ξενοδοχείου (για παράδειγμα αν είναι 3, 4 ή 5 αστέρων). Το ανώτατο ύψος της αμοιβής δεν θα υπερβαίνει τα 6.500 ευρώ ανά ξενοδοχείο. Το υπόλοιπο ποσό θα συγκεντρωθεί από τα πιστοποιητικά ISO. Η πιστοποίηση των ξενοδοχείων της Ελλάδας δεν είναι μόνο θέμα ασφάλειας αλλά είναι πλέον απαραίτητη στο πλαίσιο του διεθνούς ανταγωνισμού. [85]

#### **4.2.3 Παράμετροι που ελέγχονται**

Η χρησιμότητα ενός συστήματος κατάταξης ξενοδοχείων έγκειται στο να πιστοποιείται το επίπεδο ανέσεων και εξυπηρητήσεων που παρέχει ένα ξενοδοχείο. Οι παράμετροι που ελέγχονται πρέπει να είναι τέτοιοι που και να διασφαλίζεται η αξιοπιστία του ελέγχου αλλά και αυτός να μπορεί να εφαρμοστεί με τον ευκολότερο δυνατό, λιγότερο πολύπλοκο τρόπο και με το ελάχιστο οικονομικό κόστος. Το συγκεκριμένο γίνεται περισσότερο κατανοητό αν σκεφτούμε το παράδειγμα της Ελλάδας και τους λανθασμένους όπως αποδείχθηκε χειρισμούς πριν από λίγα χρόνια, όταν επιχειρήθηκε να εφαρμοστεί το σύστημα «αστεροποίησης».

Συγκεκριμένα, το 2001 ξεκίνησε ο διαγωνισμός για την επιλογή των αναδόχων της «αστεροποίησης», ο οποίος εισήλθε το 2002 στη δεύτερη φάση. Σύμφωνα με το άρθρο 7 (παρ. 5) του Π.Δ. 43/2002, για υφιστάμενα ξενοδοχεία γινόταν αυτοδίκαια αποδεκτό ότι διαθέτουν τις τεχνικές προδιαγραφές της

κατηγορίας αστεριών που αντιστοιχεί στην τάξη τους. Ότι δηλαδή τα ξενοδοχεία ΑΑ τάξης διαθέτουν τις τεχνικές προδιαγραφές 5 αστερών, τα ξενοδοχεία Α τάξης τις τεχνικές προδιαγραφές 4 αστερών κ.ο.κ.. Εντούτοις, αποφασίστηκε μέσω της διαδικασίας τις «αστεροποίησης» να τακτοποιηθούν οι ελεγκτικές εκκρεμότητες πολλών ετών και να καλύψει ο ανάδοχος του διαγωνισμού και τα τεχνικά κριτήρια. Η εφαρμογή όμως αυτού του συστήματος αποδείχθηκε πως θα είχε δραματικά αυξημένο κόστος εξαιτίας των τεχνικών κριτηρίων, αφού ο έλεγχος τους θα απαιτούσε μια ατελείωτη αναζήτηση εγγράφων από τη μια και χρονοβόρα επιτόπια επιθεώρηση από την άλλη.

Η κατάταξη των ξενοδοχείων και κατόπιν ο έλεγχος και η πιστοποίηση πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο που να υπάρχει διάκριση μεταξύ των όρων λειτουργίας που πρέπει να πληρούν όλα τα ξενοδοχεία και των ανέσεων που διαφοροποιούνται ανάλογα με την κατηγορία. Για παράδειγμα υπάρχουν προδιαγραφές ασφαλείας που δεν σχετίζονται με τη λογική της «αστεροποίησης». Ανεξαρτήτως από την κατηγορία θα πρέπει να τηρούνται από όλα τα ξενοδοχεία οι κανόνες υγιεινής και πυρασφάλειας, να μη γίνονται αυθαίρετες επεμβάσεις στις κτηριακές εγκαταστάσεις, να υπάρχει προβλεπόμενη διαχείριση στερεών και υγρών αποβλήτων κ.ο.κ.. Ο έλεγχος αυτών των όρων λειτουργίας κινείται σε μία εντελώς διαφορετική λογική, ανεξάρτητη, από τον έλεγχο των κριτηρίων κατάταξης. Παραβίαση αυτών των όρων θα πρέπει να επιφέρει κυρώσεις που θα φθάνουν μέχρι το κλείσιμο των μονάδων σε ακραίες περιπτώσεις παρανομιών, ενώ μη τήρηση των κριτηρίων θα οδηγεί στην απώλεια αστερών και μετάπτωση της μονάδας σε χαμηλότερη κατηγορία.

Το παράδειγμα της Ελλάδας δείχνει πως είναι σημαντικό και για την υλοποίηση του συστήματος κατάταξης αλλά και για τους φορείς που την αναλαμβάνουν να είναι συγκεκριμένο το τι θα καλύψει η διαδικασία και ποιες θα είναι οι παράμετροι που θα εξετάζονται. Αν δηλαδή θα ελέγχονται μόνο εκείνες οι παράμετροι που σχετίζονται με τις ανέσεις, τις εγκαταστάσεις και τις υπηρεσίες που προσφέρει το ξενοδοχείο στον πελάτη, ή αν παράλληλα θα πρέπει να ελέγχονται και όλοι οι νόμιμοι όροι λειτουργίας ενός ξενοδοχείου. Στην πρώτη περίπτωση η διαδικασία απλοποιείται σε μεγάλο βαθμό, περιορίζεται το κόστος και ο χρόνος ολοκλήρωσης, απλοποιείται η όποια προεργασία που απαιτείται για την εκπαίδευση των επιθεωρητών και τη μηχανογραφική υποστήριξη του έργου, ενώ διευκολύνεται ο

ανά τακτά χρονικά διαστήματα επανέλεγχος των μονάδων. Κατά αυτόν τον τρόπο και εφόσον η διαδικασία ανατεθεί σε ανεξάρτητους φορείς πιστοποίησης, είναι πλέον στην αρμοδιότητα του κρατικού μηχανισμού - ΕΟΤ - να επικεντρωθεί στον έλεγχο της νομιμότητας των ξενοδοχείων, ελέγχοντας την πληρότητα των φακέλων, καταγράφοντας πολεοδομικές και άλλες παραβάσεις, πιστοποιώντας τη συμμόρφωση με τους κανόνες υγιεινής και πυρασφάλειας και προβαίνοντας στην λήψη μέτρων για τους παραβάτες. Στη χώρα μας επιλέχθηκε να ακολουθηθεί ο δεύτερος δρόμος που περιέπλεκε αρκετά το έργο της «αστεροποίησης» καθώς αποφασίστηκε τότε να ανατεθεί όλο το πακέτο σε φορέα εκτός του ΕΟΤ. Ο διαγωνισμός ακυρώθηκε μιας και όπως αναφέρθηκε παραπάνω το κόστος αυξανόταν σημαντικά, ενώ επίσης ένας μη κρατικός φορέας δεν είναι δυνατόν να επιφορτιστεί και με το ζήτημα των διοικητικών κυρώσεων για τις παραβάσεις που θα προκύπτουν.

#### **4.2.4 Εφαρμογή της κατάταξης στην πράξη**

Πέρα από τις παραμέτρους που ελέγχονται και από τους φορείς που συνεργάζονται για την υλοποίηση ενός συστήματος κατάταξης σε θεωρητικό υπόβαθρο, είναι εξίσου σημαντικό να προσδιοριστούν ορισμένες οργανωτικές προϋποθέσεις που θα εξασφαλίσουν την επιτυχία του συστήματος στην πράξη.

- ο Σωστά ορισμένα κριτήρια αξιολόγησης με έμφαση στην ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Ένα σύγχρονο σύστημα κατάταξης πρέπει να επιβραβεύει τις υψηλού επιπέδου υπηρεσίες, τις καινοτομίες, το τοπικό χρώμα και την ιδιαίτερη φυσιογνωμία των ξενοδοχείων.

- ο Προσδιορισμός των προσόντων των επιθεωρητών που θα αναλάβουν τον επιτόπιο έλεγχο των ξενοδοχειακών μονάδων καθώς και η απαιτούμενη εκπαίδευσή τους.

- ο Για να διασφαλίζεται η αδιαβλητότητα είναι σημαντικό να προβλέπονται οι ενδεδειγμένοι κανόνες δεοντολογίας και συμπεριφοράς των επιθεωρητών καθώς και ο έλεγχός τους.



- ο Σωστή πρόβλεψη, σχεδιασμός και προεργασία σχετικά με τα μέσα αξιολόγησης των ξενοδοχείων όπως οι φόρμες επιθεωρήσεων και το απαιτούμενο λογισμικό και εξοπλισμός.

- ο Πρόβλεψη για επαναληπτικές αξιολογήσεις σε τακτά χρονικά διαστήματα.

- ο Επικοινωνιακή υποστήριξη μέσω της ευρείας προβολής του συστήματος και των προδιαγραφών της κάθε κατηγορίας τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό με αποδέκτες αφενός το τουριστικό κοινό και αφετέρου τους επαγγελματίες του τουρισμού.

Η σωστή οργάνωση είναι απαραίτητη έτσι ώστε να υπάρχει μία συγκεκριμένη στρατηγική με στόχο τη διασφάλιση της ποιότητας και την αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών. Επίσης, ανά τακτά χρονικά διαστήματα τα κριτήρια κατάταξης πρέπει να επαναξιολογούνται και να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών και στις εξελίξεις του ξενοδοχειακού κλάδου παγκοσμίως.

Ένα ακόμη σημείο που χρήζει προσοχής στην εφαρμογή ενός συστήματος στην πράξη είναι αυτό που έχει να κάνει με την κατάταξη των ξενοδοχείων υπερπολυτελείας. Τα τελευταία χρόνια έχουν δημιουργηθεί σχεδόν σε όλες τις τουριστικά ανεπτυγμένες χώρες ξενοδοχεία που υπερβαίνουν κατά πολύ τα καθιερωμένα standards πολυτελείας. Παρατηρείται λοιπόν σε αρκετές χώρες το φαινόμενο, η κατηγορία των πέντε αστερών να είναι η πλέον ανομοιογενής αφού σε αυτήν περιλαμβάνονται άκρως τυποποιημένα ξενοδοχεία καθώς και μονάδες που προσφέρουν ασύγκριτα υψηλότερου επιπέδου υπηρεσίες και ανέσεις.

Διεθνώς υπάρχουν διαφορετικές προσεγγίσεις ως προς το διαχωρισμό των συμβατικών ξενοδοχείων από τις μονάδες υπερπολυτελείας. Μερικοί εκδότες ξενοδοχειακών οδηγών αλλά και μεγάλοι tour operators καθιέρωσαν το έκτο αστέρι ως ανώτερη κατηγορία. Στις ΗΠΑ, τα δυο σημαντικότερα συστήματα αξιολόγησης ξενοδοχείων (οι κατατάξεις της AAA και της Mobil) εμμένουν στην ανώτερη κατηγορία των πέντε αστερών, εφαρμόζοντας όμως πολύ αυστηρά κριτήρια. Έτσι ενώ στη Ευρώπη κατατάσσονται πολλά ξενοδοχεία στην κατηγορία των πέντε αστερών, στις ΗΠΑ δίνεται η ανώτερη διάκριση μόνο σε εξέχοντα ξενοδοχεία με αποτέλεσμα τα περισσότερα ξενοδοχεία πέντε αστερών στην Ευρώπη να αντιστοιχούν σε μονάδες τεσσάρων αστερών στις ΗΠΑ. Είναι μάλιστα

χαρακτηριστικό ότι μεγάλες και πολυτελείς ξενοδοχειακές μάρκες όπως Marriott, InterContinental, Sheraton, Hyatt Regency, Hilton κ.α. θεωρούνται στις ΗΠΑ προϊόντα τεσσάρων αστερών. Σε άλλες χώρες όπως η Ισπανία και το Μεξικό χρησιμοποιείται ο χαρακτηρισμός «GL» (Grand Luxe). Με αυτόν τον τρόπο διαφοροποιούνται τα συμβατικά ξενοδοχεία πολυτελείας (\*\*\*\*\*) από τα ξενοδοχεία υπερπολυτελείας (\*\*\*\*\*GL). Στη Γερμανία και στην Ελβετία υπάρχει ο χαρακτηρισμός «Superior» για τα ξενοδοχεία που υπερβαίνουν κατά πολύ τις ελάχιστες προδιαγραφές των πέντε αστερών. Στην Αγγλία αν και η κατάταξη γίνεται από ένα έως πέντε αστέρια, υπάρχουν «χρυσές» και «ασημένιες» διακρίσεις για ξενοδοχεία υψηλότερης απόδοσης για κάθε κατηγορία.

Ένα σύγχρονο σύστημα κατάταξης ξενοδοχείων οφείλει, εν ολίγοις, να επιβραβεύει τις μονάδες πολυτελείας που ξεπερνούν τα συμβατικά όρια και προσφέρουν υπηρεσίες πολύ υψηλότερου επιπέδου από αυτές που ορίζουν οι προδιαγραφές της κατηγορίας. Τα ξενοδοχεία υψηλού επιπέδου, σε όλες τις κατηγορίες, θα πρέπει να επιβραβεύονται μέσω εκτενούς προβολής και το ίδιο θα πρέπει να συμβαίνει για τις μονάδες με καινοτόμα χαρακτηριστικά, όπως είναι τα φιλικά προς το περιβάλλον πράσινα ξενοδοχεία.

### **4.3 Κατηγοριοποίηση ξενοδοχείων**

#### **4.3.1 Διάκριση ξενοδοχείων ανά λειτουργική μορφή**

Όπως αναφέρθηκε εκτενώς στο προηγούμενο κεφάλαιο η πορεία της κατάταξης των ξενοδοχείων στην Ελλάδα έχει στην κυριολεξία περάσει από χίλια κύματα ιδίως όσον αφορά τον έλεγχο των μονάδων και κατ' επέκταση τη χορήγηση πιστοποιητικών. Οι βασικές τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές και τα κριτήρια κατάταξης έχουν οριστεί από το Π.Δ. 43/2002. Σύμφωνα με αυτό τα κύρια ξενοδοχειακά καταλύματα κατατάσσονται, ανάλογα με τη λειτουργική τους μορφή, σε πέντε κατηγορίες αστερών, δηλαδή σε κατηγορία πέντε αστερών (5\*), τεσσάρων αστερών (4\*), τριών αστερών (3\*), δύο αστερών (2\*) και ενός αστέρος (1\*), βάσει συστήματος

υποχρεωτικών προδιαγραφών και βαθμολογούμενων κριτηρίων. Οι ως άνω λειτουργικές μορφές ορίζονται ως ακολούθως:

#### A. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΚΛΑΣΣΙΚΟ ΤΥΠΟΥ

Είναι ξενοδοχείο που περιλαμβάνει κοινόχρηστους χώρους υποδοχής, παραμονής, εστίασης και αναψυχής πελατών, υπνοδωμάτια (τουλάχιστον δέκα) απλά ή με ιδιαίτερα λουτρά και βοηθητικούς χώρους. Τα ξενοδοχεία κλασσικού τύπου ιδρύονται, εφόσον η σχετική χρήση επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις, εντός σχεδίου πόλης, εντός πόλεων ή οικισμών με εγκριμένο σχέδιο, εντός οριοθετημένων οικισμών χωρίς σχέδιο, εκτός σχεδίου αλλά εντός Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ) ή εκτός σχεδίου. Διατάσσονται σε ένα κτήριο ή περισσότερα κτήρια ή συγκροτήματα που αποτελούν ενιαίο σύνολο μέσα σε ένα ενιαίο οικόπεδο. Τα ξενοδοχεία κλασσικού τύπου κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες αστερών: πέντε αστερών (5\*), τεσσάρων αστερών (4\*), τριών αστερών (3\*), δύο αστερών (2\*), ενός αστερός (1\*). Στην κατηγορία ενός αστερός (1\*) κατατάσσονται μόνο ξενοδοχεία προερχόμενα από μετατροπές υφισταμένων κτηρίων και όχι νεοαναγειρόμενα ξενοδοχεία. Εάν υφιστάμενο κτήριο μετατραπεί σε ξενοδοχείο κλασσικού τύπου κατηγορίας ενός αστερός (1\*) δεν μπορεί να επεκταθεί με προσθήκη δωματίων και κλινών, μπορεί όμως να υποστεί προσθήκες, που αποβλέπουν στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών (προσθήκη λουτρών σε απλά δωμάτια, αύξηση κοινόχρηστων χώρων κ.λ.π.).

#### B. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΤΥΠΟΥ MOTEL

Είναι ξενοδοχείο που περιλαμβάνει κοινόχρηστους χώρους υποδοχής, παραμονής, εστίασης και αναψυχής πελατών, υπνοδωμάτια (τουλάχιστον δέκα) με ιδιαίτερα λουτρά και βοηθητικούς χώρους. Τα ξενοδοχεία τύπου MOTEL ιδρύονται, εφόσον η σχετική χρήση επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις, εκτός σχεδίου αλλά εντός ΖΟΕ ή εκτός σχεδίου, εκτός οικισμών και γενικά εκτός κατοικημένων περιοχών ή στις παρυφές αυτών, αλλά απαραίτητως επί οδικών αρτηριών μεγάλης κυκλοφορίας, που ενώνουν μεγάλα αστικά ή τουριστικά κέντρα και εμφανίζουν σημαντική κίνηση αυτοκινήτων (εθνικό - επαρχιακό δίκτυο). Διατάσσονται σε ένα ή περισσότερα κτήρια ή συγκροτήματα, που αποτελούν όμως ενιαίο σύνολο μέσα σε ένα ενιαίο οικόπεδο,

και αποβλέπουν κατά κύριο λόγο στην εξυπηρέτηση όσων διακινούνται με αυτοκίνητο. Υποχρεωτικά διαθέτει εκτεταμένο χώρο στάθμευσης αυτοκινήτων, δηλαδή μια θέση αυτοκινήτου ανά δωμάτιο, και επιπλέον χώρο για στάθμευση τουριστικών λεωφορείων. Επίσης μπορεί να διαθέτουν εκτεταμένο χώρο εστίασης και αναψυχής, που απευθύνεται και σε διερχόμενους πελάτες. Επιτρέπεται επίσης να διαθέτουν σταθμό βενζίνης. Τα ξενοδοχεία τύπου MOTEL κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: τεσσάρων αστερών (4\*) και τριών αστερών (3\*).

#### Γ. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΤΥΠΟΥ ΕΠΙΠΛΩΜΕΝΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ:

Είναι ξενοδοχείο που διαθέτει κοινόχρηστους χώρους υποδοχής και παραμονής πελατών, βοηθητικούς χώρους και περιλαμβάνει διαμερίσματα ενός, δύο ή περισσότερων κύριων χώρων με πλήρες λουτρό και μικρό μαγειρείο. Τα ξενοδοχεία τύπου επιπλωμένων διαμερισμάτων ιδρύονται, εφόσον η σχετική χρήση επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις, σε περιοχές εντός σχεδίου πόλης, εντός πόλεων ή οικισμών με εγκεκριμένο σχέδιο, εντός οριοθετημένων οικισμών χωρίς σχέδιο, εκτός σχεδίου αλλά εντός ΖΟΕ ή εκτός σχεδίου. Διατάσσονται σε ένα ή περισσότερα κτήρια ή συγκροτήματα κτηρίων, που αποτελούν όμως ενιαίο σύνολο μέσα σε ένα ενιαίο οικόπεδο. Τα ξενοδοχεία τύπου επιπλωμένων διαμερισμάτων κατατάσσονται σε πέντε κατηγορίες αστερών: πέντε αστερών (5\*), τεσσάρων αστερών (4\*), τριών αστερών (3\*), δύο αστερών (2\*), ενός αστερός (1\*). Στην κατηγορία ενός αστερός (1\*) κατατάσσονται μόνο ξενοδοχεία επιπλωμένων διαμερισμάτων προερχόμενα από μετατροπές υφισταμένων κτηρίων και όχι νεοαναγειρόμενα ξενοδοχεία. Εάν υφιστάμενο κτήριο μετατραπεί σε ξενοδοχείο επιπλωμένων διαμερισμάτων κατηγορίας 1\* δεν μπορεί να επεκταθεί με προσθήκη διαμερισμάτων ή κλινών, μπορεί όμως να υποστεί προσθήκες που αποβλέπουν στη βελτίωση των παρεχόμενων υπηρεσιών (αύξηση κοινόχρηστων χώρων κ.λ.π.).

#### Δ. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΚΛΑΣΣΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΛΩΜΕΝΩΝ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΩΝ (ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΜΙΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ)

Το ξενοδοχείο μικτού τύπου διαθέτει κοινόχρηστους χώρους υποδοχής, παραμονής, εστίασης και αναψυχής πελατών, καταστήματα για την εξυπηρέτηση των πελατών, βοηθητικούς χώρους καθώς και χώρους διανυκτέρευσης σε δωμάτια με λουτρό ή

διαμερίσματα ενός, δύο ή περισσότερων κύριων χώρων με πλήρες λουτρό και μαγειρείο. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της λειτουργικής μορφής ξενοδοχείου είναι το ελάχιστο μέγεθος, που δε μπορεί να είναι μικρότερο των τριακοσίων κλινών. Τα ξενοδοχεία μικτού τύπου ιδρύονται, εφόσον η σχετική χρήση επιτρέπεται από τις κείμενες διατάξεις, εκτός σχεδίου πόλης αλλά εντός ΖΟΕ ή εκτός σχεδίου. Διατάσσονται υποχρεωτικά σε πολλά κτήρια ή συγκροτήματα κτηρίων, που αποτελούν όμως ενιαίο σύνολο μέσα σε ενιαίο γήπεδο. Τα ξενοδοχεία μικτού τύπου κατατάσσονται στις κατηγορίες πέντε αστέρων (5\*) και τεσσάρων αστέρων (4\*). [43]

#### **4.3.2 Προδιαγραφές και βαθμολογούμενα κριτήρια**

Οι προδιαγραφές διακρίνονται σε τεχνικές και λειτουργικές και είναι υποχρεωτικές, ενώ τα βαθμολογούμενα κριτήρια είναι προαιρετικά αλλά συμμετέχουν στη τελική κατάταξη των ξενοδοχείων. Οι τεχνικές και οι λειτουργικές προδιαγραφές ορίζονται χωριστά για κάθε λειτουργική μορφή και κατηγορία αστέρων και είναι υποχρεωτικές για την λειτουργική μορφή και κατηγορία αστέρων στην οποία ανήκει το κατάλυμα. Οι υποχρεωτικές τεχνικές προδιαγραφές αποτελούνται από τις μέγιστες επιτρεπόμενες δυναμικότητες ανά λειτουργική μορφή και κατηγορία, από τις προδιαγραφές καταλληλότητας οικοπέδου για οικόπεδα εντός σχεδίου ή οικισμού και για οικόπεδα εκτός σχεδίου καθώς και από τις κτηριοδομικές προδιαγραφές ανά λειτουργική μορφή και κατηγορία. Τα βαθμολογούμενα κριτήρια ορίζονται επίσης ανά λειτουργική μορφή και κατηγορία και βαθμολογούνται με αριθμό μορίων οριζόμενο ανά κριτήριο. Το ξενοδοχείο πρέπει να συγκεντρώνει τον ελάχιστο συνολικό αριθμό μορίων ο οποίος αποτελεί τη βάση για την κατηγορία στην οποία ανήκει. Οι τεχνικές προδιαγραφές, οι λειτουργικές προδιαγραφές και τα βαθμολογούμενα κριτήρια των ξενοδοχείων κλασσικού τύπου καθώς και των ξενοδοχείων τύπου επιπλωμένων διαμερισμάτων διαφέρουν ανάλογα με το αν πρόκειται για «ξενοδοχείο πόλης» ή «ξενοδοχείο παραθερισμού». Ξενοδοχεία πόλης είναι τα ευρισκόμενα σε περιοχή εντός σχεδίου πόλης ή εντός ορίων οικισμού (περιοχή Ι), ενώ ξενοδοχεία παραθερισμού είναι τα ευρισκόμενα σε περιοχή εκτός σχεδίου πόλης (περιοχή ΙΙ).

### 4.3.3 Η «ανάπτυξη» ενός ξενοδοχείου

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω η γένεση ενός ξενοδοχείου και το πώς αυτό θα διαμορφωθεί εξαρτάται από τέσσερις βασικές παραμέτρους.

- Την περιοχή στην οποία βρίσκεται, αν δηλαδή πρόκειται για περιοχή εντός σχεδίου και εντός ορίων οικισμού (Περιοχή Ι) ή για περιοχή εκτός σχεδίου (Περιοχή ΙΙ).
- Την λειτουργική μορφή του ξενοδοχείου, αν δηλαδή πρόκειται για ξενοδοχείο κλασσικού τύπου, ξενοδοχείο τύπου motel, ξενοδοχείο τύπου επιπλωμένων διαμερισμάτων ή ξενοδοχείο μικτού τύπου.
  - Την κατηγορία στην οποία πρόκειται να υπαχθεί.
  - Την δυναμικότητα του ξενοδοχείου σε κλίνες.

Για τους διάφορους συνδυασμούς των παραμέτρων αυτών ορίζονται οι τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές οι οποίες υποχρεωτικά πρέπει να τηρούνται καθώς και εκείνες που έχουν προαιρετική εφαρμογή. Κατ'επέκταση, το συνολικό άθροισμα των βαθμολογούμενων κριτηρίων (επίσης υπάρχουν υποχρεωτικής και μη εφαρμογής) πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο με τη βάση που ορίζεται για κάθε κατηγορία και τον εκάστοτε συνδυασμό παραμέτρων.

Αν και σε ορισμένες προδιαγραφές, ιδιαίτερα μέχρι ένα όριο κλινών το οποίο καλύπτεται από τις ελάχιστες απαιτήσεις (π.χ. ελάχιστο εμβαδό χώρου υποδοχής), είναι πιθανόν να υπάρχει ταύτιση ή μικρή διαφορά ανά κατηγορία, όσο αυξάνεται ο αριθμός των κλινών και παράλληλα ανεβαίνει ο αριθμός των αστερών είναι μεγάλες οι διαφορές σε απαιτήσεις χώρων και σε παροχές. Διακρίνονται τεχνικές προδιαγραφές χώρων προσέλευσης, κυκλοφορίας, χώρων υποδοχής, χώρων εστίασης, χώρων υγιεινής, υπνοδωματίων, βοηθητικών χώρων κ.α.. Οι λειτουργικές προδιαγραφές διακρίνονται σε λειτουργικές προδιαγραφές κτηρίου, υποδοχής, δωματίου, λουτρού, εστίασης, πυρασφάλειας - ασφάλειας προσωπικού και πελατών, συντήρησης - καθαριότητας και άλλων υπηρεσιών, ενώ σε αντίστοιχες κατηγορίες τοποθετούνται και τα βαθμολογούμενα κριτήρια. Επιπλέον κριτήρια υπάρχουν για την άθληση και την ψυχαγωγία, το προσωπικό και τα καταστήματα.

Προκειμένου να γίνει καλύτερα αντιληπτό το πώς διαμορφώνονται οι προδιαγραφές καθώς αναπτύσσεται ένα ξενοδοχείο από κατηγορία σε κατηγορία και

από έναν αριθμό κλινών σε μεγαλύτερο μπορεί να δοθεί ένα αναλυτικό παράδειγμα. Επιλέγουμε να εξετάσουμε τα ξενοδοχεία κλασσικού τύπου και η πρώτη διαπίστωση που γίνεται είναι ότι στις πρώτες δύο κατηγορίες υπάρχει περιορισμός στον αριθμό κλινών όπως επίσης και στην κατηγορία 3\* για την Περιοχή II. Συγκεκριμένα στην κατηγορία ενός αστέρου ορίζεται μέγιστη δυναμικότητα 100 κλινών με τον ίδιο αριθμό να ισχύει για τα ξενοδοχεία δύο αστέρων που ανήκουν στην Περιοχή II. Για τα ξενοδοχεία δύο αστέρων που βρίσκονται εντός Περιοχής I και για αυτά της κατηγορίας τριών αστέρων που βρίσκονται στην περιοχή II η μέγιστη δυναμικότητα είναι 200 κλίνες. Από εκεί και πέρα δεν υπάρχει άλλος περιορισμός στον αριθμό των κλινών για το συγκεκριμένου τύπου ξενοδοχείο και τα μεγέθη χωρίζονται (πέρα από την κατηγορία αστέρων) σε τρεις ομάδες με βάση τον αριθμό των κλινών ορίζοντας έτσι μικρή, μέση και μεγάλη δυναμικότητα. Μέχρι 100 κλίνες, από 101 μέχρι 300 κλίνες και από 301 κλίνες και πάνω. Για τις τρεις αυτές ομάδες θα παρουσιαστούν οι προδιαγραφές κάθε χώρου ξεχωριστά. Είναι ευνόητο ότι στην ομάδα 301 κλινών και πάνω κάνουμε λόγο για ξενοδοχεία των δυο ανώτερων κατηγοριών καθώς και για εντός πόλεως ξενοδοχεία τριών αστέρων. Για κάποιους χώρους ορίζονται ελάχιστες διαστάσεις και εμβαδά τα οποία μεγαλώνουν καθώς «μεγαλώνει» το ξενοδοχείο. Στους περισσότερους χώρους το ελάχιστο ανά κατηγορία προσαυξάνεται με κάποια τιμή που ορίζεται ανά κλίνη.

### **Χώροι προσέλευσης**

Ξεκινώντας από το χώρο εισόδου - υποδοχής (**Lobby**) προσδιορίζεται η ελάχιστη διάσταση που αφορά την ελάχιστη απόσταση οπτικά μεταξύ των δομικών στοιχείων που αποτελούν οπτικά εμπόδια στο χώρο. Αυτή ορίζεται για τα ξενοδοχεία των κατηγοριών πέντε και τεσσάρων αστέρων στα 5μ, 10μ και 15μ κατ' αντιστοιχία για μονάδες μέχρι 100 κλίνες, από 101 έως 300, 301 κλίνες και πάνω. Για τις τρεις πρώτες κατηγορίες και για μικρή δυναμικότητα κλινών η ελάχιστη διάσταση είναι 4μ η οποία διπλασιάζεται (8μ) σε μονάδες μέσης δυναμικότητας.

Το ελάχιστο μήκος της **reception** προβλέπεται 2μ για μικρής δυναμικότητας μονάδες ανεξαρτήτως κατηγορίας. Από εκεί και πέρα για μονάδες μέσης δυναμικότητας γίνεται  $2\mu+0,5\mu/40$  κλίνες ενώ για τα πολύ μεγάλα ξενοδοχεία προβλέπεται ελάχιστο μήκος  $4,5\mu+0,5\mu/100$  κλίνες με το μέγιστο μήκος να μην

ξεπερνά τα 10μ. Κοντά στην reception είναι υποχρεωτικό να υπάρχει χώρος αποθήκευσης αποσκευών ελάχιστου εμβαδού 7,00μ<sup>2</sup> για όσες μονάδες βρίσκονται στην κατηγορία 5\* και 4\* και αριθμούν πάνω από 100 κλίνες. Σε κάθε άλλη περίπτωση αυτός ο χώρος είναι προαιρετικός. Πέραν αυτού, η ύπαρξη βεστιαρίου, κοντά στο χώρο της reception, με ελάχιστο εμβαδόν 7,00μ<sup>2</sup>, είναι υποχρεωτική για όλες τις μονάδες τριών έως πέντε αστέρων.

Στους χώρους προσέλευσης ανήκουν και τα **γραφεία** τα οποία για μικρής δυναμικότητας ξενοδοχεία προβλέπονται με ελάχιστο εμβαδό 20μ<sup>2</sup> για τις δυο ανώτερες κατηγορίες και 10μ<sup>2</sup> για τις άλλες τρεις. Οι μονάδες που έχουν δυναμικότητα μεγαλύτερη των 100 κλινών πρέπει να έχουν δύο γραφεία εμβαδού τουλάχιστον 30μ<sup>2</sup>, αν πρόκειται για κατηγορία 5\* και 4\*, ή δύο γραφεία των 20μ<sup>2</sup> οι μικρότερες κατηγορίες.

Τέλος στους χώρους προσέλευσης πρέπει να υπάρχουν **WC πελατών** με ελάχιστες διαστάσεις 0,9μ x 1,30μ με προθάλαμο 1,30μ x 1,50μ. Σε μικρής δυναμικότητας μονάδες προβλέπονται δύο ανά φύλο (2+2) για τις ανώτερες κατηγορίες και μία ανά φύλο (1+1) για τις υπόλοιπες. Σε μεσαία ξενοδοχεία δύο ανά φύλο (2+2), ενώ σε μεγάλα ξενοδοχεία τρία ανά φύλο (3+3). Επίσης στα ξενοδοχεία 5\* και 4\* απαιτούνται 2 WC για AMK χωριστά για άντρες και γυναίκες. Στα άλλα ορίζεται 1 WC για AMK κοινό και για τα δύο φύλα.

### **Κυκλοφορία**

Για την κυκλοφορία ορίζεται κύρια κλίμακα με πλατύσκαλό ή στρογγυλή με φανάρι τουλάχιστον 0,60μ από το χώρο εισόδου - υποδοχής (Lobby) προς τους ορόφους. Το ελάχιστο πλάτος σε μέτρα είναι 1,40 για ξενοδοχεία 5\* και 4\*, 1,30 για ξενοδοχεία 3\* και 1,20 για ξενοδοχεία 2\* και 1\*. Τα ίδια ακριβώς νούμερα ανά κατηγορία ισχύουν και για το πλάτος των διαδρόμων.

Όσον αφορά τους **ανεγκυστήρες**, είναι υποχρεωτικοί ανεξαρτήτως αριθμού ορόφων για τα ξενοδοχεία των ανώτερων κατηγοριών. Στα ξενοδοχεία 3\* και 2\* τοποθετούνται για μονάδες άνω των δυο ορόφων ενώ στα ξενοδοχεία 1\* από 3 ορόφους και πάνω. Σε μεσαίας δυναμικότητας ξενοδοχεία απαιτούνται δυο ανεγκυστήρες. Το ίδιο ισχύει για τα μεγάλα ξενοδοχεία, 300 κλινών και άνω, με τη διαφορά ότι τοποθετείται ένας επιπλέον ανεγκυστήρας ανά 200 κλίνες.

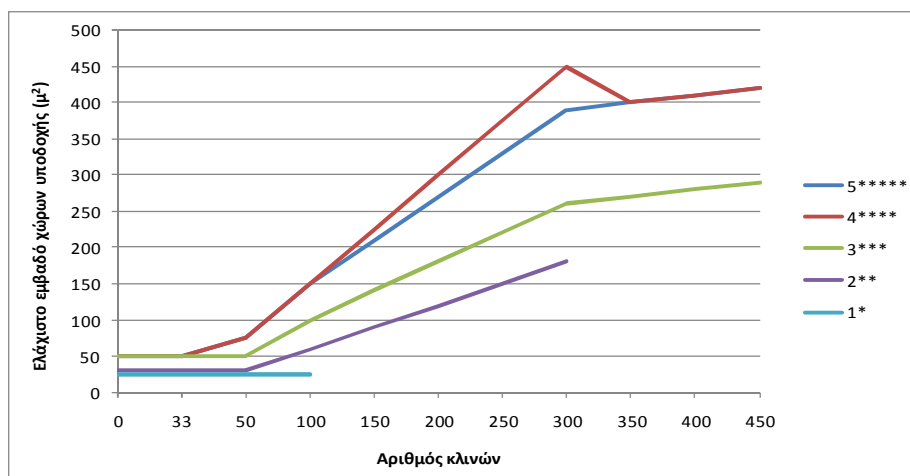


## Χώροι υποδοχής

Στους κλειστούς χώρους υποδοχής του ξενοδοχείου, ανάλογα και με τη δυναμικότητα του, περιλαμβάνονται ο χώρος αναμονής, δηλαδή ο χώρος καθιστικού κοντά στη reception, σαλόνι και μπαρ, χώρος τηλεόραση και χώρος παιχνιδιού (playroom). Ο χώρος παιχνιδιού προβλέπεται για μεσαίες και μεγάλες μονάδες. Ανεξάρτητα από το αριθμό των κλινών, ορίζεται ανά κατηγορία το ελάχιστο εμβαδό των χώρων υποδοχής. Για τις τρεις ανώτερες κατηγορίες είναι  $50\mu^2$ , για την κατηγορία  $2^* 30\mu^2$  και για την κατηγορία  $1^* 25\mu^2$ . Πέρα από το ελάχιστο, οι απαιτήσεις σε χώρους ανά κατηγορία και δυναμικότητα δίδεται στον παρακάτω πίνακα.

		Κατηγορία				
		5*	4*	3*	2*	1*
		Ελάχιστο εμβαδό σε $\mu^2$				
Δυναμικότητα	Μέχρι 100 κλίνες	1,50/κλίνη	1,50/κλίνη	1,00/κλίνη	0,60/κλίνη	25
	101 - 300 κλίνες	150 + 1,20/κλίνη πλέον των 100	150 + 1,50/κλίνη πλέον των 100	100 + 0,80/κλίνη πλέον των 100	60 + 0,60/κλίνη πλέον των 100	
	301 και άνω κλίνες	390 + 0,20/κλίνη πλέον των 300	390 + 0,20/κλίνη πλέον των 300	260 + 0,20/κλίνη πλέον των 300		

Εικ 4.2: Ελάχιστα εμβαδά χώρων υποδοχής ξενοδοχείων κλασσικού τύπου[43]



Εικ. 4.3: Ελάχιστα εμβαδά χώρων υποδοχής ξενοδοχείων κλασσικού τύπου ανά κατηγορία και αριθμό κλινών

### **Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων**

Πρόκειται για αίθουσα που προορίζεται για εκδηλώσεις όπως συνέδρια, διαλέξεις, συνεστιάσεις, χορούς, δεξιώσεις. Είναι προαιρετική για όλες τις τάξεις, εκτός από τα ξενοδοχεία πέντε αστέρων και έχει ελάχιστο εμβαδόν 200μ<sup>2</sup>.

### **Χώροι εστίασης**

Στους χώρους εστίασης εντάσσονται η αίθουσα πρωινού, η αίθουσα απλών γευμάτων, η αίθουσα εστιατορίου κλασσικού τύπου, τα WC των χώρων εστίασης, το παρασκευαστήριο πρωινού, τα μαγειρεία και οι αποθήκες αυτών.

Η **αίθουσα πρωινού** υπάρχει υποχρεωτικά στα μικρής δυναμικότητας τριών αστέρων ξενοδοχεία με ελάχιστο εμβαδό 40μ<sup>2</sup>, καθώς επίσης και στα ξενοδοχεία δύο αστέρων με εμβαδό 0,40μ<sup>2</sup>/κλίνη συν 0,25μ<sup>2</sup> για κάθε κλίνη πάνω από 100.

Η **αίθουσα απλών γευμάτων** περιλαμβάνει snack bar, gill room και καφετέρια. Αυτή ορίζεται υποχρεωτικά σε ξενοδοχεία κατηγορίας 4\* που βρίσκονται εντός πόλεως καθώς και σε ξενοδοχεία 3\* με ελάχιστο εμβαδό 50μ<sup>2</sup> στη μια και 40μ<sup>2</sup> στην άλλη περίπτωση αντίστοιχα. Σε μικρά ξενοδοχεία το εμβαδό της αίθουσας είναι 0,8μ<sup>2</sup>/κλίνη στην κατηγορία 4\* και 0,48μ<sup>2</sup>/κλίνη στη κατηγορία 3\*. Κατ' αντιστοιχία για μεσαίας δυναμικότητας ξενοδοχεία στη μια περίπτωση απαιτούνται 80μ<sup>2</sup> + 0,3μ<sup>2</sup>/κλίνη πλέον των 100 και στην άλλη 48μ<sup>2</sup> + 0,18μ<sup>2</sup>/κλίνη πλέον των 100. Για μεγάλες μονάδες με 301 κλίνες και πάνω το εμβαδό της αίθουσας πρωινού ορίζεται κατ ελάχιστον 140μ<sup>2</sup> στην κατηγορία 4\* και 84μ<sup>2</sup> στην κατηγορία 3\*, αυξανόμενο αντίστοιχα σε κάθε κατηγορία με 0,2μ<sup>2</sup> και 0,12μ<sup>2</sup> για κάθε κλίνη πάνω από τις 300.

Η **αίθουσα εστιατορίου κλασσικού τύπου** ορίζεται υποχρεωτικά σε ξενοδοχεία της ανώτερης κατηγορίας και σε αυτά κατηγορίας 4\* που βρίσκονται εκτός πόλης, ενώ σε όλες τις υπόλοιπες κατηγορίες είναι προαιρετική. Η αίθουσα του εστιατορίου σε αυτές τις περιπτώσεις προφανώς και αντικαθιστά τις αίθουσες απλών γευμάτων και πρωινού. Υπάρχουν διαφορετικές απαιτήσεις σε χώρους ανάλογα με τη περιοχή που ανήκει το ξενοδοχείο, ενώ εφόσον οι καιρικές συνθήκες και ο χρόνος λειτουργίας το επιτρέπουν, το εστιατόριο μπορεί κατά το μισό να λειτουργεί σε ημιυπαίθριο χώρο με τον κλειστό χώρο να είναι τουλάχιστον 50μ<sup>2</sup>. Αναλυτικά για την αίθουσα εστιατορίου ο παρακάτω Πίνακας 4.4.

Κατηγορία				
		5*		4*
		I	II	II
		Ελάχιστο εμβαδό σε μ <sup>2</sup>		
Δυναμικότητα	Ανεξαρτήτως αριθμού κλινών	50	70	50
	Μέχρι 100 κλίνες	0,80/κλίνη	1,40/κλίνη	1,00/κλίνη
	101 - 300 κλίνες	80 + 0,30/κλίνη πλέον των 100	140 + 0,50/κλίνη πλέον των 100	100 + 0,40/κλίνη πλέον των 100
	301 και άνω κλίνες	140 + 0,20/κλίνη πλέον των 300	240 + 0,30/κλίνη πλέον των 300	180 + 0,30/κλίνη πλέον των 300

Εικ. 4.4: Ελάχιστα εμβαδά αίθουσας εστιατορίου κλασσικού τύπου[43]

Επιπλέον των WC πελατών στους χώρους υποδοχής, προβλέπονται ξεχωριστά WC, με ίδιες προδιαγραφές διαστάσεων, για την αίθουσα εστιατορίου. Μέχρι 40 άτομα ένα ανδρών και ένα γυναικών, από 41 έως 120 άτομα 2+2, από 121 έως 200 άτομα 3+3 και τέλος για 201 άτομα και πάνω προβλέπεται για κάθε 100 άτομα ένα επιπλέον WC για κάθε φύλο.

Στις κατηγορίες 3\*, 2\* και 1\* προβλέπεται **παρασκευαστήριο πρωινού** με ελάχιστο εμβαδό, ανεξαρτήτως κλινών και μέχρι 100 κλίνες, ίσο με 12μ<sup>2</sup> στις κατηγορίες 3\* και 2\* και 10μ<sup>2</sup> στη χαμηλότερη κατηγορία. Για μοναδές με δυναμικότητα πέραν των 100 κλινών το παρασκευαστήριο πρωινού πρέπει να έχει ελάχιστο εμβαδό 20μ<sup>2</sup>. Όσον αφορά τα **μαγειρεία** αυτά ορίζονται ως το 70% της αντίστοιχης αίθουσας που εξυπηρετούν (κλειστός και ημιυπαίθριος χώρος λαμβάνονται υποχρεωτικά υπόψη στον υπολογισμό του εμβαδού). Οι **αποθήκες μαγειρείου** πρέπει να έχουν ελάχιστο εμβαδό ίσο με το 50% του εμβαδού του μαγειρείου και περιλαμβάνουν κάβα ποτών, καταψύκτη, γενικές αποθήκες τροφίμων.

## **Υπνοδωμάτια**

Για κάθε κατηγορία ξενοδοχείου ορίζονται οι ελάχιστες διαστάσεις σε μέτρα και εμβαδό για τρίκλινα, δίκλινα, μονόκλινα δωμάτια και σουίτες. Τα τρίκλινα δωμάτια μπορούν να φθάνουν σε αριθμό μέχρι το 25% του συνολικού αριθμού των δωματίων, ενώ για τα μονόκλινα δωμάτια ορίζεται ελάχιστο ποσοστό επί του συνολικού αριθμού διαφορετικό κάθε φορά ανάλογα με την κατηγορία αστέρων και την περιοχή στην οποία ανήκει το κατάλυμα. Σχετικά με τις σουίτες, προκύπτουν από τον συνδυασμό ενός μονόκλινου, που χρησιμοποιείται σαν σαλόνι, και ενός ή δύο δωματίων δύο ή τριών κλινών. Αυτές δεν γίνεται σε αριθμό να ξεπερνούν το 25% του αριθμού των δωματίων συνολικά. Αξίζει μάλιστα να σημειωθεί πως για ξενοδοχεία Περιοχής II δεν προβλέπονται μονόκλινα δωμάτια. Ο επιχειρηματίας υποχρεούται να ενοικιάζει σε τιμή μονόκλινου το 7% των υπνοδωματίων, εφόσον του ζητηθεί. Τα υπνοδωμάτια των ξενοδοχείων Περιοχής II πρέπει υποχρεωτικά να διαθέτουν βεράντες. Υπάρχει τέλος πρόβλεψη για δωμάτια για άτομα με ειδικές ανάγκες (AMEA). Για ξενοδοχεία, κατηγοριών 3\*, 4\* και 5\*, που αριθμούν μέχρι 20 δωμάτια, ένα τουλάχιστον δωμάτιο θα πρέπει να πληρεί τις προδιαγραφές ειδικού δωματίου. Για ξενοδοχεία με περισσότερα από 20 υπνοδωμάτια, στο 10% πρέπει να ισχύουν προδιαγραφές για AMEA, στα ξενοδοχεία των τριών ανώτερων κατηγοριών, με το αντίστοιχο ποσοστό για τα ξενοδοχεία 2\* και 1\* να είναι 5%. Σε κάθε περίπτωση τα ειδικά δωμάτια δεν μπορούν να ξεπερνούν τα δέκα. Σχετικά με τους χώρους υγιεινής των υπνοδωματίων ισχύουν τα παρακάτω. Σε κάθε περίπτωση η ελάχιστη διάσταση θα είναι 1,50μ. και όταν υπάρχει douche το ελάχιστο εμβαδό για την κατηγορία 5\* είναι 4,50μ<sup>2</sup> το οποίο μειώνεται κατά 0,50μ<sup>2</sup> σε κάθε χαμηλότερη κατηγορία ενώ στη τελευταία απαιτούνται τουλάχιστον 2,20μ<sup>2</sup> WC. Σε περίπτωση μπάνιου με λουτήρα, το οποίο προβλέπεται μόνο για τις τρεις ανώτερες κατηγορίες, το ελάχιστο εμβαδό είναι 5,00μ<sup>2</sup> στις μονάδες 5\* και 4\* και 3,50μ<sup>2</sup> σε αυτές 3\*.

	Κατηγορία								
	5*		4*		3*		2*		1*
	I	II	I	II	I	II	I	II	I
3κλινα									
Ελάχιστη διάσταση σε μ.	3,40	3,40	3,40	3,40	3,20	3,20	3,00	3,00	2,70
Ελάχιστο εμβαδό σε μ <sup>2</sup>	18,00	18,00	18,00	18,00	16,00	16,00	15,00	15,00	14,00
2κλινα									
Ελάχιστη διάσταση σε μ.	3,40	3,40	3,20	3,40	3,00	3,20	2,80	3,00	2,50
Ελάχιστο εμβαδό σε μ <sup>2</sup>	15,00	16,00	15,00	16,00	13,00	14,00	11,00	12,00	11,00
1κλινα									
Ελάχιστη διάσταση σε μ.	3,00	3,40	3,00	3,40	2,50	3,20	2,50	3,00	2,50
Ελάχιστο εμβαδό σε μ <sup>2</sup>	11,00	16,00	11,00	16,00	9,00	14,00	8,00	12,00	7,00

Εικ. 4.5: Ελάχιστες διαστάσεις υπνοδωματίων ξενοδοχείου κλασσικού τύπου [43]

### Συγκρότημα βοηθητικών χώρων

Στο συγκρότημα βοηθητικών χώρων περιλαμβάνονται αποθήκες και δωμάτια εγκαταστάσεων τα οποία είναι απαραίτητα για τις λειτουργίες της ξενοδοχειακής μονάδας. Σε όλες τις μονάδες ανεξάρτητα από τη δυναμικότητα και την κατηγορία προβλέπονται 0,4μ<sup>2</sup>/κλίνη για **αποθήκες επίπλων** και 0,1μ<sup>2</sup>/κλίνη για **γενικής χρήσεως αποθήκες**. Εφόσον πρόκειται για ξενοδοχείο συνεχούς λειτουργίας και κατά συνέπεια υπάρχει ανάγκη θέρμανσης χρειάζεται χώρος εμβαδού 0,20μ<sup>2</sup>/κλίνη για την **εγκατάσταση της κεντρικής θέρμανσης** και το χώρο όπου θα υπάρχει η δεξαμενή καυσίμου. Για την **εγκατάσταση του κλιματισμού** απαιτούνται επίσης 0,20μ<sup>2</sup>/κλίνη. Ο χώρος που βρίσκεται το **πλυντήριο** και το **σιδερωτήριο**, εφόσον βέβαια η πλύση γίνεται εντός της μονάδας, πρέπει να καλύπτει επιφάνεια 0,22μ<sup>2</sup>/κλίνη, ενώ η **γενική λινοθήκη** ορίζεται με εμβαδό 0,16μ<sup>2</sup>/κλίνη. Σε μονάδες με μεγάλη δυναμικότητα και για ξενοδοχεία των δυο ανώτερων κατηγοριών προβλέπονται **γραφείο αποθηκάριου** εμβαδού 10μ<sup>2</sup> και **γραφείο συντηρητή** κτηρίου 0,10μ<sup>2</sup>/κλίνη.

### **Χώροι προσωπικού**

Σε κάθε ξενοδοχείο είναι υποχρεωτική η ύπαρξη ξεχωριστών χώρων υγιεινής για το προσωπικό το οποίο περιλαμβάνει προθάλαμο, νιπτήρα, αποδυτήρια με ερμάρια σε χωριστά συγκροτήματα κατά φύλο. Συγκεκριμένα η ελάχιστες διαστάσεις WC και douche ορίζονται 1,00μ x 1,60μ. με προθάλαμο 2,10μ. x 1,30μ. τουλάχιστον. Για μονάδες μέχρι 300 κλίνες προβλέπονται τουλάχιστον δύο συγκροτήματα, ένα ανδρών και ένα γυναικών που το καθένα περιλαμβάνει ένα WC, ένα douche και ένα νιπτήρα. Σε πιο μεγάλες μονάδες προστίθενται ένα WC, ένα douche και ένας νιπτήρας ανά φύλο. Η ύπαρξη κοιτώνων για το προσωπικό είναι προαιρετική και μόνο για όσα ξενοδοχεία βρίσκονται εκτός πόλης. Σε αυτά μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα να κοιμούνται αριθμός ατόμων προσωπικού το πολύ όσο το 5% του αριθμού των κλινών. Ακόμη σε όσα ξενοδοχεία κατηγορίας 3\* μέχρι 5\*, με δυναμικότητα άνω των 100 κλινών προβλέπεται πλήρες εστιατόριο, πρέπει να υπάρχει ανεξάρτητος χώρος κοντά στα μαγειρεία με εμβαδό τουλάχιστον 20μ<sup>2</sup>, ο οποίος να λειτουργεί σαν εστιατόριο προσωπικού.

### **Άλλες λειτουργίες**

Σε αυτές υπάγονται κυρίως λειτουργίες που είναι υποχρεωτικές σε πολυτελή και μεγάλης δυναμικότητας ξενοδοχεία, οπότε συνεπώς μιλάμε αποκλειστικά για μονάδες 5\* και 4\*. Συγκεκριμένα σε μονάδες 4\* άνω των 300 κλινών και ανεξαιρέτως σε όλες τις μονάδες 5\* είναι υποχρεωτική η ύπαρξη γυμναστηρίου με τουλάχιστον έξι όργανα καθώς και σάουνας 4 ατόμων (στην περίπτωση μεγάλων μονάδων προβλέπονται δύο πλήρεις σάουνες 4 ατόμων χωριστά ανδρών και γυναικών). Τα ξενοδοχεία 5\* καθώς και οι μεγάλης δυναμικότητας μονάδες 4\* που βρίσκονται στην Περιοχή II πρέπει να διαθέτουν υποχρεωτικά πισίνα. Το ελάχιστο εμβαδό αυτής για εντός πόλεως ξενοδοχεία είναι 80μ<sup>2</sup>, ενώ για τα ξενοδοχεία που βρίσκονται στην Περιοχή II το ελάχιστο εμβαδό είναι 100μ<sup>2</sup> για μικρή δυναμικότητα αυξανόμενο σε 150μ<sup>2</sup> και 200μ<sup>2</sup> σε μεσαίας και μεγάλης δυναμικότητας ξενοδοχεία αντίστοιχα. Πρέπει επίσης να υπάρχει παιδική πισίνα με ελάχιστο εμβαδό 40μ<sup>2</sup> σε όσες μονάδες ανήκουν στην Περιοχή II. Στην ίδια περιοχή προβλέπεται υπαίθριος χώρος παιδικής χαράς όπως και η κατασκευή ενός τουλάχιστον γηπέδου τένις για ιδιοκτησίες μεγαλύτερες ή ίσες των δέκα στρεμμάτων. Ακόμη είναι υποχρεωτική για τις μεγάλες μονάδες η ύπαρξη

παιδικού σταθμού με προσωπικό που θα στεγάζεται σε κατάλληλα εξοπλισμένο χώρο με ελάχιστο εμβαδό 20μ<sup>2</sup>.

Επιπλέον μπορεί να υπάρχουν προαιρετικά night club, discotheque, piano bar, κέντρο αναζωογόνησης - ομορφιάς, κουρείο - κομμωτήριο (υποχρεωτικό για μονάδες 5\*), υπαίθριος κινηματογράφος.

### **Καταστήματα και λοιπές εξυπηρετήσεις**

Προαιρετικά μπορεί να υπάρχουν κατάστημα τουριστικών ειδών, φωτογραφικών ειδών, καπνοπωλείο, κατάστημα οπτικών, ενδυμάτων. Υποχρεωτικά για τις μονάδες 5\* προβλέπεται κατάστημα εφημερίδων, περιοδικών και βιβλίων και για όσες αριθμούν 300 κλίνες και πάνω είναι επίσης υποχρεωτική η ύπαρξη γραφείου ταξιδιών. Για τις μονάδες 4\* εβρισκόμενες εντός Περιοχής II προβλέπεται κατάστημα καλλυντικών.

### **Χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων**

Για όλες τις μονάδες ανεξαρτήτως κατηγορίας και δυναμικότητας προβλέπεται τουλάχιστον μία θέση αυτοκινήτου για κάθε 12-20 κλίνες σε κλειστό ή ανοιχτό χώρο.

Είναι προφανές πως καθώς ανεβαίνουμε κατηγορία και καθώς αυξάνεται ο αριθμός των κλινών οι απαιτήσεις για χώρους και παρεχόμενες υπηρεσίες αυξάνονται. Ο αριθμός των κλινών ορίζει και το αριθμό των ατόμων που χρειάζεται να εξυπηρετηθούν στους χώρους υποδοχής και εστίασης και έτσι κατ'επέκταση ανάλογα διαμορφώνονται και όλοι οι άλλοι χώροι του ξενοδοχείου. Ο αριθμός των κλινών είναι αυτός που ορίζει στο μεγαλύτερο βαθμό τις «διαστάσεις» της μονάδας αφού όπως είδαμε οι περισσότεροι χώροι αυξάνουν αναλογικά ανά κλίνη. Από κατηγορία σε κατηγορία μπορεί να αλλάζει ο συντελεστής σε ορισμένους χώρους αλλά δίνεται πολύ μεγάλη έμφαση σε κριτήρια (βαθμολογούμενα) τα οποία προσδίδουν ανέσεις και καλύτερης ποιότητας υπηρεσίες αυξάνοντας το επίπεδο πολυτέλειας.

## **4.4 Η εικόνα του ξενοδοχειακού δυναμικού της Ελλάδας**

### **4.4.1 Η εξέλιξη την εικοσαετία 1990-2009**

Μέσα στα τελευταία 20 χρόνια το ξενοδοχειακό δυναμικό της χώρας μας έχει αναπτυχθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό ακολουθώντας κατά πόδας την παγκόσμια τουριστική ανάπτυξη. Κάθε χρόνο καινούριες μονάδες τίθενται σε λειτουργία και ο αριθμός των ξενοδοχείων στη χώρα μας αυξάνει συνεχώς. Ενδεικτικός είναι μάλιστα ο πίνακας παρακάτω που δείχνει ακριβώς την αύξηση των ξενοδοχείων μέσα σε αυτό το διάστημα. Τα στοιχεία που προέρχονται από τον ΣΕΤΕ και επεξεργάστηκαν από το Ξενοδοχειακό Επιμελητήριο Ελλάδος δείχνουν ξεκάθαρα τη μεγάλη αύξηση που παρατηρείται κατά τη διάρκεια της εικοσαετίας στον κλάδο και ειδικότερα στα ξενοδοχεία πέντε και τεσσάρων αστέρων. Μάλιστα οι μονάδες πέντε αστέρων που πρωτολειτούργησαν τη σεζόν 2008-2009, 37 στον αριθμό, υπολείπονται μόλις κατά μια σε σχέση με εκείνες που δημιουργήθηκαν σε ολόκληρη τη δεκαετία 1990-2000! Στην ίδια δεκαετία αξίζει να σημειωθεί η μείωση κατά 4,58% στις μονάδες τριών αστέρων και η μικρή αύξηση του 3,53% σε αυτές της πιο χαμηλής τάξης. Οι αριθμοί όμως, ιδιαίτερα τις επόμενης περιόδου 2000-2009, είναι αυτοί που οδηγούν σε σημαντικά συμπεράσματα για την πορεία της τουριστικής κίνησης, τις ανάγκες των καταναλωτών και τα αποτελέσματα που δημιούργησε στον κλάδο μια δεκαετία ('90) καλή από οικονομικής άποψης για τη χώρα που έφερε νέες επενδύσεις και δημιούργησε υψηλές προσδοκίες στους επαγγελματίες του τουρισμού με μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες να κατασκευάζονται χρόνο με το χρόνο. Οι πεντάστερες μονάδες απολαμβάνουν μια αύξηση της τάξεως του 221,69% (83 ξενοδοχεία το 2000 και 267 το 2009!) με τον αριθμό των κλινών σε αυτές να εκτινάσσεται από τις 36.117 στις 87.349 μέσα σε δέκα χρόνια. Αυξήσεις τις τάξεως περίπου του 45% παρατηρούνται και στις μονάδες τριών και τεσσάρων αστέρων ενώ από την άλλη τα ξενοδοχεία 2 αστέρων αυξάνονται κατά 8,99% και αυτά του ενός αστέρος εμφανίζονται μειωμένα κατά 5,14%. Το 2009 βρίσκει το ξενοδοχειακό δυναμικό τις Ελλάδας να αριθμεί συνολικά 9.554 μονάδες με διαθεσιμότητα 726.546 κλινών. [18]



	5*****		4****		3***		2**		1*		Σύνολο	
	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΚΛΙΝΕΣ
1990	45	20.231	470	94.293	1.571	122.269	2.722	140.662	1.615	46.205	6.423	423.660
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2000	83	36.117	792	149.782	1.499	145.097	4.027	209.414	1.672	53.580	8.073	593.990
1990-2000	84,44%	78,52%	68,51%	58,85%	-4,58%	18,67%	47,94%	48,88%	3,53%	15,96%	25,69%	40,20%
2001	90	37.936	817	155.911	1.542	146.218	4.191	214.870	1.645	53.169	8.285	608.104
2002	97	39.337	844	161.761	1.583	150.167	4.342	220.976	1.661	54.673	8.527	626.914
2003	104	41.372	870	167.822	1.613	153.410	4.403	225.104	1.699	57.190	8.689	644.898
2004	119	44.865	907	172.411	1.648	156.942	4.447	227.960	1.722	59.251	8.843	660.979
2005	155	56.888	944	173.431	1.712	159.351	4.496	233.315	1.729	59.065	9.036	682.050
2006	176	64.913	994	176.631	1.804	163.077	4.460	231.333	1.677	57.298	9.111	693.252
2007	199	70.198	1.048	181.476	1.900	163.729	4.403	228.404	1.675	57.126	9.207	100.933
2008	230	78.464	1.102	183.900	2.058	169.941	4.387	227.146	1.608	56.406	9.385	715.857
2009	267	87.349	1.153	185.220	2.159	171.213	4.389	227.143	1.586	55.621	9.554	726.546
2000-2009	221,69%	141,85%	45,58%	23,66%	44,03%	18,00%	8,99%	8,47%	-5,14%	3,81%	18,35%	22,32%

Εικ. 4.6: Διαχρονική εξέλιξη ξενοδοχειακών μονάδων και κλινών κατά κατηγορία στο διάστημα 1990-2009 [18]

#### **4.4.2 Τα στοιχεία και οι εκτιμήσεις του ΙΤΕΠ**

Τον Οκτώβριο του 2008 το Ινστιτούτο Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων (ΙΤΕΠ) παρουσίασε ορισμένα πολύ ενδιαφέροντα και άκρως σημαντικά στοιχεία σχετικά με το ξενοδοχειακό δυναμικό της Ελλάδας τη διασπορά του και τις επενδυτικές τάσεις που διαμορφώνονται εξαιτίας αυτού, εξήγαγε συμπεράσματα και παρουσίασε προτάσεις για την πολιτική που πρέπει να ακολουθηθεί στον κλάδο με στόχο την σωστότερη και πιο ορθολογική ανάπτυξη καθώς και την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του ξενοδοχειακού δυναμικού.

Το πρόβλημα που εντοπίζεται είναι γνωστό και έχει να κάνει με το γεγονός ότι ορισμένες γεωγραφικές περιοχές της χώρας εμφανίζουν έντονη συγκέντρωση ξενοδοχειακού δυναμικού, ενώ άλλες είναι τουριστικά υποανάπτυκτες. Ο αναπτυξιακός νόμος που τέθηκε σε ισχύ από το 2005 δεν θεσπίζει βαθμό τουριστικού κορεσμού κάποιας περιοχής. Δεν προσδιορίζει, δηλαδή, ένα μέγιστο επιθυμητό μέγεθος ξενοδοχειακού δυναμικού για κάθε γεωγραφική περιοχή, πέραν του οποίου σταματά η οποιαδήποτε οικονομική ενίσχυση. Αποτέλεσμα, βέβαια, αυτής της έλλειψης είναι η επιδείνωση της άναρχης τουριστικής ανάπτυξης, είτε τουριστικής υπανάπτυξης κάποιων περιοχών. Το ενδιαφέρον των επενδυτών εκδηλώθηκε, κυρίως στις ανεπτυγμένες τουριστικές περιοχές, γιατί στις υπόλοιπες δεν υπήρχαν οι βασικές προϋποθέσεις (υποδομές, υπηρεσίες κλπ.). [84]

##### **4.4.2.1 Περιφερειακή κατανομή του ξενοδοχειακού δυναμικού**

Τα στοιχεία που παρατίθενται είναι μετά το τέλος του 2007 όπως προκύπτουν από τα δεδομένα του Ξενοδοχειακού επιμελητηρίου Ελλάδος και παρότι στο σύνολο τους έχουν αλλάξει μέσα σε τρία χρόνια - 9.207 μονάδες και 700.933 κλίνες το 2007 αυξημένες σε 9.554 μονάδες και 726.546 κλίνες το 2009 - εντούτοις εξακολουθούν να απεικονίζουν την κατανομή τους. Με βάση τα στοιχεία των Πινάκων 6 και 7 μπορούν να γίνουν οι παρακάτω διαπιστώσεις:

- ο Παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας. Οι 4 μεγαλύτεροι προορισμοί (Κρήτη, Νησιά Νοτ. Αιγαίου, Ιόνια Νησιά και Αττική) βάσει του αριθμού των διαθέσιμων ξενοδοχειακών κλινών συγκεντρώνουν 456.797

κλίνες, αριθμός που αντιστοιχεί στο 65,2% του συνολικού ξενοδοχειακού δυναμικού.

Η Κρήτη και τα νησιά του Νοτ. Αιγαίου μόνα αποτελούν το 44,2 %.

- Το δεύτερο χαρακτηριστικό, το οποίο συνδέεται με το πρώτο, αποτελεί η υψηλού βαθμού νησιωτική συγκέντρωση, ανερχόμενη σε 415.876 κλίνες, αριθμός που ισοδυναμεί με το 59,3% του ξενοδοχειακού δυναμικού. [18]

ΠΕΡΙΟΧΗ	5****			4****			3***			2**+1*			Σύνολο	
	Μο- νάδες	Κλίνες	% κατά- νομή κλιμών	Μο- νάδες	Κλίνες	% κατά- νομή κλιμών	Μο- νάδες	Κλίνες	% κατά- νομή κλιμών	Μο- νάδες	Κλίνες	% κατά- νομή κλιμών	Μο- νάδων	Κλιμών
Στερεά Ελλάδα	37	13.318	19,0	110	18.723	10,3	227	20.858	12,7	890	40.917	14,3	1.264	93.816
Αττική	29	11.967	17,0	99	13.545	7,5	130	13.203	8,1	449	23.173	8,1	707	61.888
Μακεδονία	28	7.859	11,2	90	18.531	10,2	297	25.465	15,6	1.113	47.027	16,5	1.528	98.882
Θεσσαλονίκη	11	2.955	4,2	17	2.523	1,4	35	4.112	2,5	69	3.796	1,3	132	13.386
Χαλκιδική	12	4.112	5,9	43	12.614	7,0	86	10.603	6,5	380	17.435	6,1	521	44.764
Θράκη	2	244	0,3	9	1.229	0,7	38	2.552	1,6	56	2.476	0,9	105	6.501
Ήπειρος	2	147	0,2	36	1.692	0,9	74	3.157	1,9	181	6.290	2,2	293	11.286
Θεσσαλία - Σποράδες	17	1.461	2,1	86	4.698	2,6	100	6.420	3,9	369	14.616	5,1	572	27.195
Πελοπόννησος	10	4.784	6,8	83	8.972	4,9	167	13.244	8,1	475	20.377	7,1	735	47.377
Κρήτη	48	22.290	31,8	216	42.572	23,5	306	28.956	17,7	939	53.137	18,6	1.509	146.955
Ιόνια Νησιά	12	4.642	6,6	93	20.048	11,0	193	24.801	15,1	599	35.607	12,5	897	85.098
Νησιά Βορ. Αιγαίου	6	1.369	2,0	28	2.944	1,6	109	7.133	4,4	247	9.521	3,3	390	20.967
Νησιά Νοτ. Αιγαίου	37	14.084	20,1	297	62.067	34,2	389	31.143	19,0	1.191	55.562	19,5	1.914	162.856
Δωδεκάνησα	19	12.083	17,2	160	53.978	29,7	222	22.583	13,8	571	31.896	11,2	972	120.540
Κυκλάδες	18	2.001	2,9	137	8.089	4,5	167	8.560	5,2	620	23.666	8,3	942	42.316
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>199</b>	<b>70.198</b>	<b>100,0</b>	<b>1.048</b>	<b>181.476</b>	<b>100,0</b>	<b>1.900</b>	<b>163.729</b>	<b>100,0</b>	<b>6.060</b>	<b>285.530</b>	<b>100,0</b>	<b>9.207</b>	<b>700.933</b>

Εικ. 4.7: Περιφερειακή κατανομή των ξενοδοχείων με βάση την κατηγορία (2007) [18]

ΠΕΡΙΟΧΗ	Σύνολο Κιλιών ανά Περιοχή	5*****	4****	3***	2**+1**	Οριζόντιο Ποσοστό
Στερεά Ελλάδα	93.816	14,2	20,0	22,2	43,6	100,0
Αττική	61.888	19,3	21,9	21,3	37,4	100,0
Μακεδονία	98.882	7,9	18,7	25,8	47,6	100,0
Θεσσαλονίκη	13.386	22,1	18,8	30,7	28,4	100,0
Χαλκιδική	44.764	9,2	28,2	23,7	38,9	100,0
Θράκη	6.501	3,8	18,9	39,3	38,1	100,0
Ήπειρος	11.286	1,3	15,0	28,0	55,7	100,0
Θεσσαλία - Σποράδες	27.195	5,4	17,3	23,6	53,7	100,0
Πελοπόννησος	47.377	10,1	18,9	28,0	43,0	100,0
Κρήτη	146.955	15,2	29,0	19,7	36,2	100,0
Ιόνια Νησιά	85.098	5,5	23,6	29,1	41,8	100,0
Νησιά Βορ. Αιγαίου	20.967	6,5	14,0	34,0	45,4	100,0
Νησιά Νοτ. Αιγαίου	162.856	8,6	38,1	19,1	34,1	100,0
Δωδεκάνησα	120.540	10,0	44,8	18,7	26,5	100,0
Κυκλάδες	42.316	4,7	19,1	20,2	55,9	100,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>700.933</b>	<b>10,0</b>	<b>25,9</b>	<b>23,4</b>	<b>40,7</b>	<b>100,0</b>

Εικ. 4.8: Ποσοστιαία κατανομή των ξενοδοχείων ανά γεωγραφική περιφέρεια με βάση την κατηγορία [18]

- ο Οι 4 μεγαλύτεροι προορισμοί, βάσει της ξενοδοχειακής υποδομής, αντιπροσωπεύουν το 75,5% των ξενοδοχείων 5\* και το 76,2% των ξενοδοχείων 4\*, έναντι 65,2% που εκπροσωπούν στο σύνολο του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας. Ως ποσοστό του δυναμικού ξενοδοχειακών κλινών των εν λόγω προορισμών οι παραπάνω δύο ανώτερες κατηγορίες αντιστοιχούν στο 27,3%. Οι μεγάλοι προορισμοί, δηλαδή, δεν διακρίνονται μόνο για τον υψηλό βαθμό συγκέντρωσης ξενοδοχειακών μονάδων γενικά, αλλά και για τον ακόμη υψηλότερο βαθμό συγκέντρωσης ξενοδοχείων 5\* και 4\*. Στον πίνακα 3.4.2.1.3 αναφέρονται ενδεικτικά το μερίδιο κλινών 5\* και 4\* σε επιλεγμένες πόλεις. Η Ρόδος κατέχει την πρωτιά με μερίδιο 61% των κλινών των δύο υψηλότερων κατηγοριών και ακολουθούν η Κως (56%), το Ηράκλειο (55%), το Λασίθι (53%), η Αθήνα (46%) κ.α. Αντίθετα, στον Πίνακα 3.4.2.1.4 αναφέρονται οι περιοχές της χώρας που δεν έχουν ξενοδοχεία 5\*, ενώ ο αριθμός των ξενοδοχείων 4\* είναι πολύ μικρός με εξαίρεση την Αχαΐα (14), τη Λακωνία (13) και την Αργολίδα (10).
- ο Οι κατεξοχήν μεγάλοι προορισμοί – Κρήτη και Δωδεκάνησα – έχουν τα μικρότερα ποσοστά των κατώτερων κατηγοριών (2\* και 1\*) (29,8%, 85.033 κλίνες).

<b>Μερίδιο Κλινών 5* και 4* σε Επιλεγμένες Πόλεις</b>	
<b>Πόλη</b>	<b>%</b>
Ρόδος	61
Κως	56
Ηράκλειο	55
Λασίθι	53
Αθήνα	46
Μύκονος	45
Κέρκυρα	42
Ρέθυμνο	41
Θεσσαλονίκη	41
Χαλκιδική	38
Κεφαλλονιά	24
Χανιά	22
Ζάκυνθος	16

Εικ. 4.9 Μερίδιο κλινών 5\* και 4\* σε επιλεγμένες πόλεις[18]

Περιοχή	5*	4*
<b>Στερεά Ελλάδα</b>		
Ν.Αργολακωνικού	0	10
Ν.Λακωνικού κόλπου	0	3
Αιτωλοακαρνανία	0	3
Σκύρος	0	2
<b>Πελοπόννησος</b>		
Αχαΐα	0	14
Λακωνία	0	13
<b>Ιόνια Νησιά</b>		
Ιθάκη	0	1
Κεφαλονιά	0	9
Παξοί	0	1
<b>Ήπειρος</b>		
Άρτα	0	2
Θεσσαλία	0	5
Πρέβεζα	0	3
<b>Νησιά Α. Αιγαίου</b>		
Ικαρία	0	0
Λέσβος	0	6
Οινούσες	0	0
Ψαρά	0	0
<b>Δωδεκάνησα</b>	(α)	(β)
Αστυπάλαια	0	1
Κάλυμνος	0	1
Κάρπαθος	0	3
Κάσος	0	0
Καστελόριζο	0	0
Λειψοί	0	0
Λέρος	0	1
Νίσυρος	0	0
Πάτμος	0	0
Σύμη	0	4
Τήλος	0	0
Χάλκη	0	0
<b>Σποράδες</b>		
Αλόνησος	0	2
Σκόπελος	0	6
Καρδίτσα	0	3
<b>Μακεδονία</b>		
Γρεβενά	0	1
Δράμα	0	1
Ημαθία	0	3
Κιλκίς	0	1
Πέλλα	0	2
Σέρρες	0	2
Φλώρινα	0	1
<b>Θράκη</b>		
Έβρος	0	5
Σαμοθράκη	0	0
Ροδόπη	0	3
<b>Κυκλάδες</b>	(γ)	(δ)

(α) Όλα τα νησιά δεν έχουν ξενοδοχεία 5\*, με εξαίρεση τη Ρόδο (14) και την Πάρο (1).

(β) Τα νησιά Κάσος, Λειψοί, Καστελόριζο, Νίσυρος, Τήλος και Χάλκη δεν έχουν ούτε ξενοδοχεία 4\*.

(γ) Όλα τα νησιά δεν έχουν ξενοδοχεία 5\*, με εξαίρεση τη Θήρα και τη Μύκονο.

(δ) Τα ακόλουθα νησιά έχουν ξενοδοχεία 4\* : Άνδρος (3), Ίος (2), Κέα (7), Κουφονήσι (1), Νάξος (3), Σίφνος (2), Σύρος (8), Τήνος (3), Φολέγανδρος (1).

Εικ. 4.10: Περιοχές τις χώρες που δεν έχουν μονάδες 5\*[18]

Στον Πίνακα 4.11 ιεραρχούνται οι διάφορες περιοχές της χώρας με κριτήριο τον αριθμό των κατώτερων κατηγοριών κλινών ως ποσοστό του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας. Είναι φανερό από τα στοιχεία της τελευταίας στήλης του Πίνακα ότι το Μέσο Μέγεθος συνδέεται αρνητικά με το ποσοστό των κλινών των κατώτερω κατηγοριών στο σύνολο των ξενοδοχειακών κλινών της περιοχής.

Περιοχές	(1)	(2)	(3)	
	% Κλινών		Μέσο Μέγεθος	
	5***** & 4****	3***, 2** & 1*	Συνολικού Δυναμικού (Συνολικές Κλίνες/Αριθμό Μονάδων)	Στήλης (2) (Σύνολο Κλινών 3***, 2** και 1* προς Αντίστοιχο αριθμό Μονάδων)
Θεσσαλία - Σποράδες	22,65	77,35	47,5	44,9
Ήπειρος	16,29	83,71	38,5	37,0
Κυκλάδες	23,84	76,17	44,9	40,9
Μακεδονία	26,69	73,31	64,7	51,4
Θράκη	22,66	77,34	61,9	53,5
Στ. Ελλάδα	34,15	65,85	74,2	55,3
Πελοπόννησος	29,04	70,96	64,5	52,4
Νησιά Β. Αιγαίου	20,57	79,43	53,8	46,8
Ιόνια Νησιά	29,01	70,99	94,9	76,3
Κρήτη	44,14	55,86	97,4	65,9
Δωδεκάνησα	54,80	45,20	124,1	68,7

Εικ. 4.11: Υστερούσες περιοχές σε μέσο μέγεθος ξενοδοχειακής μονάδας και σε ποσοστό ανώτερης κατηγορίας κλινών[18]

Στον Πίνακα 4.12 παρουσιάζονται 3 δείκτες, οι οποίοι δείχνουν την αξιοποίηση του ξενοδοχειακού δυναμικού κάθε περιοχής, την ξενοδοχειακή πυκνότητα που τη χαρακτηρίζει, καθώς και την τουριστική πίεση που αυτή δέχεται. Ο πρώτος δείκτης (διανυκτερεύσεις/αριθμός κλινών) δείχνει το βαθμό αξιοποίησης της δυναμικότητας των καταλυμάτων κάθε περιοχής. Η Θεσσαλονίκη προηγείται με 129,3 διανυκτερεύσεις ανά κλίνη, ακολουθεί η Αθήνα με 124,8, η Κέρκυρα με 100,8 κ.ά. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρόνος λειτουργίας των ξενοδοχειακών καταλυμάτων επηρεάζει την τιμή του δείκτη αυτού.

Ο δεύτερος δείκτης της ξενοδοχειακής πυκνότητας ή έντασης (διαθέσιμες κλίνες/km<sup>2</sup>) μετράει την πυκνότητα προσφοράς των καταλυμάτων σε μια χώρα, μια



περιοχή κλπ., προκειμένου να συγκριθεί αυτή με άλλους τουριστικούς προορισμούς. Χρησιμοποιείται για να εξηγήσει τους απόλυτους δείκτες της τουριστικής προσφοράς (αριθμός κλινών κλπ.) λαμβάνοντας υπόψη τα χαρακτηριστικά της περιοχής που μελετάται (έκταση, πληθυσμός κλπ.). Επιπλέον δείχνει την ικανότητα υποδοχής τουριστών μιας περιοχής σε σχέση με μια άλλη περιοχή. Τα νησιά Θήρα, Κως και Μύκονος έχουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα με 135,0 , 124,5 και 111,6 κλίνες ανά km<sup>2</sup> αντίστοιχα. Ακολουθούν η Αθήνα, η Κέρκυρα και η Ζάκυνθος με 84,2 , 69,2 και 64,7 κλίνες ανά km<sup>2</sup> αντίστοιχα.

Ο τρίτος δείκτης (αφίξεις / πληθυσμός) δείχνει την τουριστική πίεση που ασκείται σε ένα τουριστικό προορισμό. Η Μύκονος, η Ρόδος και η Κως δέχονται τη μεγαλύτερη τουριστική πίεση μεταξύ των ελληνικών τουριστικών προορισμών με 20,05 , 19,98 και 16,87 αφίξεις ανά κάτοικο αντίστοιχα.

ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΕΛΛΑΔΑΣ										
Περιοχές	Πληθυσμός (Απογραφή 2001) (1)	Γεωγραφική-κή Έκταση (km <sup>2</sup> ) (2)	Δυναμικότητα 2007		Τουριστική Δραστηριότητα 2007			Δείκτης Αξιοποίησης Διανυκτερ./ Κλίνη (8)=(6):(4)	Δείκτης Ξενοδ/κης Πυκνότητας Κλίνες/km <sup>2</sup> (9)=(4):(2)	Δείκτης Τουριστικής Πίεσης: Αφίξεις/ Πληθυσμός (10)=(5):(1)
			Μονάδες (3)	Κλίνες (4)	Αφίξεις στα Ξενοδοχειακά Καταλύματα (5)	Διανυκτερεύ-σεις στα Ξενοδοχειακά Καταλύματα (6)	Πληρότη- τες (7)			
<b>ΑΤΤΙΚΗ</b>										
Αθήνα	2.664.776	361	249	30.403	2.796.779	5.997.613	55,60%	197,3	84,2	1,05
Πειραιάς	541.504	929	231	10.625	263.130	572.536	31,90%	53,9	11,4	0,49
Υπόλοιπο Αττικής	555.530	2.518	205	20.860	464.332	1.078.895	41,31%	51,7	8,3	0,84
<b>ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>										
Θεσσαλονίκη	1.057.825	3.683	132	13.386	942.604	1.903.798	46,40%	142,2	3,6	0,89
Χαλκιδική	104.894	2.918	521	44.764	644.714	3.736.080	62,70%	83,5	15,3	6,15
<b>ΚΡΗΤΗ</b>										
Ηράκλειο	292.489	2.641	505	62.790	1.048.413	7.175.672	70,10%	114,3	23,8	3,58
Ρέθυμνο	81.936	1.496	301	29.107	368.284	2.752.309	71,30%	94,6	19,5	4,49
Χανιά	150.387	2.376	490	34.691	502.710	3.225.555	69,80%	93,0	14,6	3,34
Λασιθί	76.319	1.823	213	20.367	309.776	2.149.696	65,70%	105,0	11,2	4,06
<b>ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ</b>										
Κέρκυρα	111.975	641	406	44.333	555.539	4.158.743	72,00%	93,8	69,2	4,96
Κεφαλονιά	39.488	904	133	9.326	132.918	638.586	57,30%	68,5	10,3	3,37
Λευκάδα	22.506	356	90	4.545	76.073	283.284	55,00%	62,3	12,8	3,38
Ζάκυνθος	39.015	406	254	26.249	325.208	2.303.036	70,10%	87,7	64,7	8,34
<b>ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ</b>	302.686	5.286	1.914	162.843	2.127.091	14.640.807	68,20%		30,8	48,37
<b>ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ</b>	190.071	2.714	972	120.527					44,4	
Ρόδος	55.086	1.410	477	73.436	1.100.800	8.485.997	71,23%	115,6	52,1	19,98
Κως	30.947	295	248	36.728	521.988	4.204.120	74,57%	114,5	124,5	16,87
<b>ΚΥΚΛΑΔΕΣ</b>	112.615	2.572	942	42.316					16,5	
Νάξος	18.188	442	111	4.455	13.029	55.040	47,52%	12,4	10,1	0,72
Θήρα	13.670	73	254	9.855	81.588	319.337	58,88%	32,4	135,0	5,97
Μύκονος	9.320	85	162	9.488	186.885	704.352	66,57%	74,2	111,6	20,05
Πάρος	12.853	195	144	6.594	53.742	228.803	46,99%	34,7	33,8	4,18
Σύρος	13.737	86	44	2.127	23.742	58.992	37,75%	27,7	24,7	1,73
<b>ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ</b>	206.121	3.836	390	20.967	327.188	1.659.124	52,30%	79,1	5,5	1,59
<b>ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ</b>										
Αργολίδα	105.770	2.154	141	11.100	298.674	737.104	43,80%	66,4	5,2	2,82
Αρκαδία	102.035	4.419	78	2.599	81.576	168.559	26,60%	64,9	0,6	0,80
Κορινθία	154.624	2.290	112	8.564	290.810	751.390	37,10%	87,7	3,7	1,88
Λακωνία	99.637	3.636	101	3.841	130.375	248.552	29,40%	64,7	1,1	1,31
Μεσσηνία	176.876	2.991	121	7.035	188.152	553.830	42,10%	78,7	2,4	1,06
<b>ΘΡΑΚΗ</b>	364.761	186.555	105	5.835	332.159	667.799	112,70%	0,1	0,0	0,0
<b>ΗΠΕΙΡΟΣ</b>	358.698	9.203	293	9.196	402.717	856.560	39,30%	93,1	1,0	-
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ - ΣΠΟΡΑΔΕΣ</b>	772.284	14.446	572	21.729	824.617	1.896.505	39,50%	87,3	1,5	1,07

\* αριθμός κλινών που αντιστοιχεί ανά 100 άτομα

Εικ. 4.12: Δείκτες τουριστικής οικονομίας της Ελλάδας για το 2007 [18]

#### 4.4.2.2 Σύγκριση με τις κύριες ανταγωνίστριες χώρες

Τα συγκριτικά στοιχεία μέσου μεγέθους και μεριδίων υψηλών κατηγοριών καταλυμάτων αναδεικνύουν τη σημαντική υστέρηση της Ελλάδας έναντι των κύριων ανταγωνιστριών χωρών, καθ' όσον αφορά στη μέση ποιότητα του καταλυματικού της δυναμικού. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην αναλογία (ξενοδοχειακά καταλύματα) / (λοιπά καταλύματα), με βάση τα επίσημα στοιχεία, η Ελλάδα υστερεί δραματικά της Τουρκίας και των άλλων ανταγωνιστριών χωρών της νότιας Μεσογείου, 55% έναντι 94% αντιστοίχως. Ωστόσο, με κριτήριο τους πραγματικούς αριθμούς (μη δηλωμένα ενοικιαζόμενα δωμάτια), η Ελλάδα εμφανίζεται να υστερεί σημαντικά και έναντι των λοιπών ανταγωνιστικών μεσογειακών ευρωπαϊκών προορισμών. Ακόμη, με κριτήριο το μέσο μέγεθος σε κλίνες (31) του συνολικού καταλυματικού δυναμικού, η Ελλάδα βρίσκεται σε πολύ δυσμενή θέση έναντι των κύριων ανταγωνιστικών προορισμών όπως η Τουρκία (200 κλίνες), Πορτογαλία (138), Ισπανία (90), Ιταλία (47), Κύπρος (101). Το μειονέκτημα που συνδέεται με το μέσο μέγεθος του καταλύματος έγκειται στη δυνατότητα που έχουν οι μεγαλύτερες μονάδες να παρέχουν περισσότερες υπηρεσίες και κατά τεκμήριο αναβαθμισμένες, στοιχείο που αποτελούν αυξανόμενα επιθυμητό χαρακτηριστικό του καταλύματος εκ μέρους των τουριστών. Το εν λόγω μειονέκτημα πηγάζει σε υψηλό βαθμό από τη «λογική» που διατρέχει το θεσμό των τουριστικών κινήτρων από τη σύλληψη αυτών ως επιθυμητής πολιτικής μέχρι και σήμερα. Είναι μάλιστα χαρακτηριστικό ότι περίπου το 50% των τουριστικών κλινών της χώρας μας ανήκει σε μονάδες μέχρι 50 κλίνες, ενώ για μονάδες άνω των 400 κλινών το σχετικό ποσοστό είναι μόλις 10,7%.

Η υστέρηση της Ελλάδας έναντι του ανταγωνισμού είναι πολύ μεγάλη και καθολική. Στο σύνολο των κλινών του ξενοδοχειακού δυναμικού το ποσοστό που αντιστοιχεί σε κλίνες των τριών ανώτερων κατηγοριών είναι 26,5%. Το ίδιο ποσοστό για την Τουρκία είναι 40,3%, Πορτογαλία 75,1%, Ισπανία 32,3%, Κύπρος 78,6%, ενώ στη γειτονική Ιταλία φθάνει το 80,6%! Είναι, ως εκ τούτου, λάθος η αλματώδης αύξηση του αλλοδαπού τουρισμού στην Τουρκία να αποδίδεται στις χαμηλές τιμές, στο χαμηλό κόστος λειτουργίας, την εντατική διαφήμιση και να παραγνωρίζεται η μέση ποιοτική υπεροχή του ξενοδοχειακού δυναμικού.

#### 4.4.2.3 Πλεονάζουσα παραγωγική δυναμικότητα

Η ύπαρξη πλεονάζουσας παραγωγικής δυναμικότητας είναι το αποτέλεσμα στο οποίο καταλήγει κανείς συγκρίνοντας τον αριθμό των διανυκτερεύσεων που μπορούν να προσφερθούν με αυτόν που ζητούνται. Ο αριθμός των διανυκτερεύσεων που προσφέρονται είναι συνάρτηση του αριθμού των κλινών που είναι διαθέσιμες και του χρόνου λειτουργίας των καταλυμάτων. Ο αριθμός των ανά κλίνη διανυκτερεύσεων με κριτήριο το είδος του καταλύματος, την περιοχή κ.ο.κ. παρέχει χρήσιμες πληροφορίες όχι μόνο όσο αφορά σε γενικά θέματα, όπως είναι τα περιβαλλοντικά και τα κοινωνικοπολιτιστικά αλλά και στο βαθμό αποτελεσματικότητας, με τον οποίο χρησιμοποιείται το απόθεμα των καταλυμάτων. Η αντιπαράθεση των παραπάνω θα εντοπίσει τυχούσες ανισορροπίες, οι οποίες βέβαια αντανακλώνται στο βαθμό αποτελεσματικής κατανομής των σχετικών επενδύσεων περιφερειακά. Η διαδικασία που ακολουθείται για τον έλεγχο της παραγωγικής δυναμικότητας είναι η εξής:

Για κάθε περιφέρεια της χώρας και κατ' επέκταση για κάθε νομό, υπολογίστηκαν τα ποσοστά των ξενοδοχειακών κλινών που λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και εκείνων που λειτουργούν εποχικά, με βάση τα στοιχεία που διαθέτει το Ξ.Ε.Ε. Χρησιμοποιώντας τα εν λόγω ποσοστά, υπολογίστηκε, εν συνεχεία, η μέση διάρκεια λειτουργίας των κλινών κάθε νομού και κάθε περιφέρειας. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.13. Η στήλη 1 αναφέρεται στις διαθέσιμες κλίνες ανά νομό, με βάση την τράπεζα δεδομένων του Ξενοδοχειακού Επιμελητηρίου Ελλάδος. Δεν χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της ΕΣΥΕ, επειδή αναφέρονται στις λειτουργούσες κλίνες, γεγονός που υποεκτιμά την δυναμικότητα των καταλυμάτων. Η στήλη 2 αναφέρεται στη μέση διάρκεια λειτουργίας των καταλυμάτων ανάλογα με τον νομό που αυτά ανήκουν, όπως συζητήθηκε παραπάνω. Η στήλη 3 αναφέρεται στις εφικτές διανυκτερεύσεις και είναι το γινόμενο των δύο προηγούμενων στηλών. Τέλος, η στήλη 4 αναφέρεται στις πραγματοποιηθείσες διανυκτερεύσεις ανά νομό, με βάση τα στοιχεία της ΕΣΥΕ για το 2007. Οι διανυκτερεύσεις του 2007 κατατάσσονται στον μέσο όρο της τελευταίας πενταετίας. Με άλλα λόγια, το 2007 μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό έτος, αφού δεν ήταν ούτε μια πολύ καλή ούτε μια πολύ κακή χρονιά. Η σύγκριση των στηλών 3 και 4 φανερώνει τις διαφορές που υπάρχουν

μεταξύ του εφικτού αριθμού διανυκτερεύσεων και του πραγματοποιηθέντος αριθμού διανυκτερεύσεων.

Η στήλη 5 είναι αποκαλυπτική της κατάστασης που επικρατεί στη χώρα, αναφορικά με την γεωγραφική αξιοποίηση του ξενοδοχειακού δυναμικού. Η φέρουσα ικανότητα των κλινών επιτρέπει την πραγματοποίηση 182.114.639 διανυκτερεύσεων, ενώ οι πραγματοποιηθείσες το 2007 ανέρχονται σε 64.085.524. Με άλλα λόγια υπάρχει σε εθνικό επίπεδο μια πλεονάζουσα παραγωγική δυναμικότητα κατά 184,2%. Η διαπίστωση αυτή δεν παρουσιάζεται μόνον στη χώρα μας, αλλά και στις ανταγωνίστριες χώρες, γεγονός που σημαίνει ότι η ύπαρξη πλεονάζουσας δυναμικότητας είναι κατά κάποιον τρόπο εγγενές στοιχείο στον κλάδο των καταλυμάτων.

Η ερμηνεία των στοιχείων του Πίνακα 4.13 θέλει ιδιαίτερη προσοχή, καθώς δεν πρέπει να δημιουργηθεί σύγχυση κατά την ανάγνωση των αποτελεσμάτων της στήλης 5 που αναφέρεται στο υπερβάλλον δυναμικό. Υπάρχουν περιοχές, όπως η Ήπειρος, η Στ. Ελλάδα, η Δ. Μακεδονία, η Θεσσαλία, οι οποίες, παρά το συγκριτικά χαμηλό ξενοδοχειακό δυναμικό που διαθέτουν, χαρακτηρίζονται από αρκετά υψηλό πλεονάζον δυναμικό. Το εύρημα αυτό οφείλεται στην μη τουριστική ανάπτυξη των εν λόγω περιοχών. Αντίθετα, η Αττική και η Θεσσαλονίκη οφείλουν το υψηλό πλεονάζον δυναμικό στο γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ξενοδοχειακών μονάδων. Θα πρέπει τέλος να προστεθεί ότι για ορισμένες περιοχές της χώρας, όπως για παράδειγμα η Ρόδος, η κατάσταση θα επιδεινωθεί όταν θα προστεθούν στις υφιστάμενες κλίνες και αυτές που έχουν υπαχθεί στον αναπτυξιακό νόμο, αλλά δεν έχει τελειώσει η διαδικασία ολοκλήρωσής τους.

ΕΤΟΣ 2007	Υφιστάμενες Κλίνες (1)	Ημέρες Λειτουργίας (2)	Εφικτές Διανυκτερεύσεις (3)	Πραγματοποιηθείσες Διανυκτερεύσεις (4)	Υπερβάλλον Δυναμικό (5)
<b>Α. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ &amp; ΘΡΑΚΗ</b>	<b>18.941</b>	<b>294</b>	<b>5.574.206</b>	<b>1.549.024</b>	<b>259,9%</b>
Ν. ΔΡΑΜΑΣ	917	365	334.705	74.267	350,7%
Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	11.523	255	2.940.109	806.958	264,3%
Ν. ΕΒΡΟΥ	3.825	346	1.322.652	348.237	279,8%
Ν. ΞΑΝΘΗΣ	1.324	365	483.260	158.737	204,4%
Ν.ΡΟΔΟΠΗΣ	1.352	365	493.480	160.825	206,8%
<b>Κ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>	<b>81.717</b>	<b>273</b>	<b>22.371.019</b>	<b>6.743.571</b>	<b>231,7%</b>
Ν. ΗΜΑΘΙΑΣ	1.284	365	468.660	112.901	315,1%
Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	13.386	358	4.790.315	1.903.798	151,6%
Ν. ΚΙΛΚΙΣ	612	365	223.380	22.685	884,7%
Ν. ΠΕΛΛΗΣ	2.137	348	743.890	85.598	769,1%
Ν. ΠΙΕΡΙΑΣ	17.839	270	4.824.404	756.076	538,1%
Ν. ΣΕΡΡΩΝ	1.695	365	618.675	126.433	389,3%
Ν. ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	44.764	239	10.701.695	3.736.080	186,4%
<b>Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ</b>	<b>4.725</b>	<b>363</b>	<b>1.714.860</b>	<b>389.331</b>	<b>340,5%</b>
Ν. ΓΡΕΒΕΝΩΝ	801	353	282.600	42.264	568,7%
Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	1.442	365	526.330	146.303	259,8%
Ν. ΚΟΖΑΝΗΣ	1.540	365	562.100	130.231	331,6%
Ν. ΦΛΩΡΙΝΗΣ	942	365	343.830	70.533	387,5%
<b>ΘΕΣΣΑΛΙΑ - ΣΠΟΡΑΔΕΣ</b>	<b>27.195</b>	<b>294</b>	<b>7.994.513</b>	<b>1.896.505</b>	<b>321,5%</b>
Ν. ΚΑΡΔΙΤΣΗΣ	1.488	359	533.574	126.576	321,5%
Ν. ΛΑΡΙΣΗΣ	2.991	339	1.014.990	237.355	327,6%
Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	18.930	271	5.127.919	1.178.177	335,2%
Ν. ΤΡΙΚΑΛΩΝ	3.786	348	1.318.030	354.397	271,9%
<b>ΗΠΕΙΡΟΣ</b>	<b>11.286</b>	<b>314</b>	<b>3.545.698</b>	<b>856.560</b>	<b>313,9%</b>
Ν. ΑΡΤΗΣ	653	361	235.555	82.663	185,0%
Ν. ΘΕΣΠΡΩΤΙΑΣ	2.397	271	650.663	97.824	565,1%
Ν. ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	4.711	361	1.698.665	418.575	305,8%
Ν. ΠΡΕΒΕΖΗΣ	3.525	273	960.815	257.498	273,1%
<b>ΙΟΝΙΑ ΝΗΣΙΑ</b>	<b>85.098</b>	<b>234</b>	<b>19.903.983</b>	<b>7.383.649</b>	<b>169,6%</b>
Ν. ΖΑΚΥΝΘΟΥ	26.249	227	5.959.306	2.303.036	158,8%
Ν. ΚΕΡΚΥΡΑΣ	44.656	228	10.198.378	4.158.743	145,2%
Ν. ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ	9.521	266	2.534.849	638.586	296,9%
Ν. ΛΕΥΚΑΔΟΣ	4.672	259	1.211.450	283.284	327,6%
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>17.811</b>	<b>297</b>	<b>5.294.848</b>	<b>1.863.219</b>	<b>184,2%</b>
Ν. ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ	3.573	343	1.224.963	335.375	265,3%
Ν. ΑΧΑΪΑΣ	6.749	308	2.078.385	700.489	196,7%
Ν. ΗΛΕΙΑΣ	7.489	266	1.991.500	827.355	140,7%

ΕΤΟΣ 2007	Υφιστάμενες Κλίνες (1)	Ημέρες Λειτουργίας (2)	Εφικτές Διανυκτερεύσεις (3)	Πραγματοποιηθείσες Διανυκτερεύσεις (4)	Υπερβάλλον Δυναμικό (5)
<b>ΣΤΕΡΕΑ ΕΛΛΑΔΑ</b>	<b>28.355</b>	<b>279</b>	<b>7.912.198</b>	<b>1.692.023</b>	<b>367,6%</b>
Ν. ΒΟΙΩΤΙΑΣ	1.321	361	477.515	116.490	309,9%
Ν. ΕΥΒΟΙΑΣ	15.413	255	3.931.283	935.013	320,5%
Ν. ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	1.490	362	539.355	111.095	385,5%
Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ	6.649	269	1.790.300	266.069	572,9%
Ν. ΦΩΚΙΔΑΣ	3.482	337	1.173.745	263.356	345,7%
<b>ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ</b>	<b>33.139</b>	<b>290</b>	<b>9.625.024</b>	<b>2.459.435</b>	<b>291,4%</b>
Ν. ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	11.100	264	2.926.033	737.104	297,0%
Ν. ΑΡΚΑΔΙΑΣ	2.599	346	898.106	168.559	432,8%
Ν. ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ	8.564	282	2.411.310	751.390	220,9%
Ν. ΛΑΚΩΝΙΑΣ	3.841	334	1.283.390	248.552	416,3%
Ν. ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ	7.035	299	2.106.185	553.830	280,3%
<b>ΑΤΤΙΚΗ</b>	<b>61.888</b>	<b>327</b>	<b>20.256.005</b>	<b>7.649.044</b>	<b>164,8%</b>
<b>ΒΟΡΕΙΟ ΑΙΓΑΙΟ</b>	<b>20.967</b>	<b>254</b>	<b>5.316.858</b>	<b>1.659.124</b>	<b>220,5%</b>
Ν. ΛΕΣΒΟΥ	8.074	263	2.125.054	694.261	206,1%
Ν. ΣΑΜΟΥ	10.257	238	2.444.514	747.839	226,9%
Ν. ΧΙΟΥ	2.636	283	747.290	217.024	244,3%
<b>ΝΟΤΙΟ ΑΙΓΑΙΟ</b>	<b>162.856</b>	<b>231</b>	<b>37.607.689</b>	<b>14.640.807</b>	<b>156,9%</b>
Ν. ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΟΥ	120.540	226	27.199.518	13.006.248	109,1%
Ρόδος	73.436	223	16.406.034	8.485.997	93,3%
Κως	36.728	223	8.179.620	4.204.120	94,6%
Ν. ΚΥΚΛΑΔΩΝ	42.316	246	10.408.171	1.634.559	536,8%
<b>ΚΡΗΤΗ</b>	<b>146.955</b>	<b>238</b>	<b>34.997.739</b>	<b>15.303.232</b>	<b>128,7%</b>
Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	62.790	234	14.696.260	7.175.672	104,8%
Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	20.367	233	4.751.060	2.149.696	121,0%
Ν. ΡΕΘΥΜΝΗΣ	29.107	241	7.013.648	2.752.309	154,8%
Ν. ΧΑΝΙΩΝ	34.691	246	8.536.771	3.225.555	164,7%
<b>Σύνολο</b>	<b>700.933</b>	<b>260</b>	<b>182.114.639</b>	<b>64.085.524</b>	<b>184,2%</b>

Εικ. 4.13: Αξιοποίηση παραγωγικού δυναμικού έτους 2007[18]

Για να διαφανεί πλήρως το μέγεθος του υπερβάλλοντος δυναμικού της χώρας, αλλά και ορισμένων από τους κύριους τουριστικούς προορισμούς της, υπολογίζονται τα έτη που χρειάζονται για να καλυφθεί η μελλοντική ζήτηση από το υφιστάμενο παραγωγικό δυναμικό. Ειδικότερα, διακρίνουμε τρία σενάρια, που αφορούν σε σταθερή μέση ετήσια αύξηση της ζήτησης της τάξης του 3%, 5% και 8%. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον Πίνακα 4.14 που ακολουθεί. Με βάση το πλέον αισιόδοξο σενάριο (μέση ετήσια αύξηση 8%), το υφιστάμενο παραγωγικό δυναμικό της χώρας μπορεί να εξυπηρετήσει τη ζήτηση για 14 χρόνια.

	<b>Σενάριο Α Μ.Ε.Α.: 3%</b>	<b>Σενάριο Β Μ.Ε.Α.: 5%</b>	<b>Σενάριο Γ Μ.Ε.Α.: 8%</b>
<b>Ελλάδα</b>	35,33 έτη	21,41 έτη	13,74 έτη
<b>Αττική</b>	32,95 έτη	19,96 έτη	12,65 έτη
<b>Θεσσαλονίκη</b>	31,22 έτη	18,91 έτη	11,99 έτη
<b>Κέρκυρα</b>	30,35 έτη	18,39 έτη	11,66 έτη
<b>Ηράκλειο</b>	24,25 έτη	14,69 έτη	9,32 έτη
<b>Ρόδος</b>	22,30 έτη	13,51 έτη	8,57 έτη
<i>Μ.Ε.Α.: Μέση Ετήσια Αύξηση</i>			

*Εικ. 4.14: Έτη κάλυψης μελλοντικής ζήτησης από το υφιστάμενο δυναμικό [76]*

#### **4.4.2.4 Συμπεράσματα και προτάσεις**

Η βασική διαπίστωση είναι μια γενικευμένη υποαπασχόληση της καταλυματικής υποδομής. Είναι δε χαρακτηριστικό ότι ο συγκριτικά υψηλότερος βαθμός απασχόλησης παρατηρείται στους κατεξοχήν θερινού τύπου προορισμούς και στις περιοχές όπου τα καταλύματα λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Ρόδος, Κως, Ηράκλειο). Από τη συγκριτική αξιολόγηση βασικών χαρακτηριστικών του ξενοδοχειακού δυναμικού, όπως είναι το μέγεθος και η κατηγορία, προκύπτουν καίριας σημασίας συμπεράσματα για τη διαμορφωθείσα κατάσταση και για κατεύθυνση της μελλοντικής τουριστικής πολιτικής. Συνεπάγεται η ανάγκη δραστικού αναπροσανατολισμού της πολιτικής κινήτρων, κατάλληλα δομημένων περιφερειακά, τα οποία να προάγουν την ποιότητα και παράλληλα να απομειώνουν την υπερβάλλουσα προσφορά, κυρίως στα χαμηλής ποιότητας καταλύματα. Πρόκειται, προφανώς, για πολιτική που αναγκαία πρέπει να συνδυαστεί με μέτρα επηρεασμού της ζήτησης εποχικά, αλλά και περιφερειακά, προκειμένου να δημιουργηθούν οι κρίσιμες μάζες για την συσσώρευση δραστηριοτήτων και αποφυγή μη αναγκαίων απαξιώσεων επενδυμένου κεφαλαίου.

Η ασκηθείσα πολιτική ενίσχυσης της τουριστικής ξενοδοχειακής υποδομής της χώρας είχε ως αναπόφευκτο αποτέλεσμα σπατάλη πόρων, αναποτελεσματικότητα. Οδήγησε στην υπερσυγκέντρωση ξενοδοχειακού δυναμικού σε τέσσερις μόνο περιοχές της χώρας (Κρήτη, νησιά Ν.Αιγαίου, Ιόνια νησιά και



Αττική). Ο υπολογισμός της πλεονάζουσας ποσότητας δυναμικού, αποκαλύπτει ότι το διαθέσιμο καταλυματικό δυναμικό υπερβαίνει κατά 184% την τρέχουσα ζήτηση, χωρίς συνυπολογισμό της ποσότητας κλινών των ενοικιαζόμενων δωματίων. Αυτό σημαίνει ότι η εφικτή παραγωγική δυναμικότητα του αποθέματος ξενοδοχειακών κλινών ανέρχεται σε διανυκτερεύσεις της τάξεως των 182.114.639. Ο αριθμός αυτός είναι ικανός να καλύψει αυξανόμενη ζήτηση δεκατεσσάρων ετών, με μέσο ετήσιο ρυθμό αυξήσεως της τάξεως του 8%! Το συμπέρασμα φυσικά είναι πως υπάρχει μεγάλη πλεονάζουσα δυναμικότητα, ακόμη και με το παρόν εποχικό πρότυπο. Από άποψη πολιτικής, συνάγεται το στέρεο συμπέρασμα, το οποίο συνίσταται στην ανάγκη άσκησης πολιτικής κινήτρων συνεπούς προς αυτή την πραγματικότητα, κινήτρων διαφοροποιούμενων κατά περιοχή και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καταλυματικής υποδομής.

Η πολιτική, λοιπόν, η οποία επιβάλλεται να ασκηθεί αναφορικά με την δυναμικότητα του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας πρέπει να αναφέρεται σε τρία θέματα:

Πρώτον, στην ορθολογική κατανομή του ξενοδοχειακού δυναμικού της χώρας περιφερειακά. Η κατανομή αυτή θα πρέπει να γίνει με βάση τη σημερινή αλλά και την προβλεπόμενη ζήτηση, τις υφιστάμενες υποδομές και τους ανθρώπινους και φυσικούς πόρους (γη, νερό, έκταση παραλίας κ.α.) κάθε περιοχής. Η κατανομή αυτή θα στοχεύει σε συγκεκριμένα μεγέθη και κατηγορίες ξενοδοχείων. Δεύτερον, στην αναβάθμιση των καταλυμάτων των κατώτερων κατηγοριών σε ανώτερες βαθμίδες. Τέτοιες περιοχές είναι αυτές που παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.7 και 4.8, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων είναι η παντελής έλλειψη ξενοδοχείων πέντε αστέρων και η ελάχιστη παρουσία ξενοδοχείων τεσσάρων αστέρων. Ωστόσο, πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά ο αριθμός και το μέγεθος των ξενοδοχείων αυτών, γεγονός που θα εξαρτηθεί από το μέγεθος της τουριστικής ζήτησης στην περιοχή με στόχο να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα αυτών. Τρίτον, στην αντιμετώπιση του θέματος των ενοικιαζόμενων δωματίων, τα οποία επηρεάζουν τόσο το μέγεθος της συνολικής προσφοράς καταλυμάτων, όσο και την ποιότητα των προσφερόμενων από αυτά υπηρεσιών.

Τα απαραίτητα μέτρα πολιτικής θα πρέπει να στοχεύουν:

- Στη μη παροχή κινήτρων δημιουργίας νέων ξενοδοχειακών μονάδων, ούτε υψηλών κατηγοριών, στις γεωγραφικές περιοχές της χώρας, όπου υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση. Τέτοιες περιοχές είναι η Αθήνα, η Ρόδος, η Θεσσαλονίκη, η Κως, περιοχές της Κρήτης (Ηράκλειο), η Κέρκυρα και η Μύκονος.
  - Στην ενθάρρυνση απόσυρσης παλαιών ξενοδοχειακών μονάδων.
  - Στην πολιτική παροχής κινήτρων κατά προτίμηση για περιοχές με ευχερώς αξιοποιήσιμους πόρους, αλλά τουριστικά υποανάπτυκτες ή υστερούσες σε ξενοδοχεία υψηλών κατηγοριών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η Ήπειρος, τα νησιά του Β. Αιγαίου, η Θεσσαλία, οι Σποράδες, η Θράκη, οι Κυκλάδες, η Α. Μακεδονία, η Πελοπόννησος, αλλά και η Κεφαλονιά, η Ζάκυνθος και η Κάρπαθος.
    - Στην αναβάθμιση ξενοδοχείων από δύο αστέρια και πάνω.
    - Στην επιδότηση μετατροπής διατηρητέων ή παραδοσιακών κτισμάτων σε ξενοδοχεία διατηρώντας φυσικά τον παραδοσιακό χαρακτήρα του κτίσματος.
    - Στην προώθηση της πράσινης ανάπτυξης με επιδότηση για της πράσινες επενδύσεις και με ανακαίνιση ξενοδοχείων δίνοντας έμφαση στην ανακύκλωση νερού, την εξοικονόμηση ενέργειας, την εγκατάσταση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και την περιβαλλοντική πολιτική και διαχείριση.

Χαράσσοντας μία στρατηγική με βάση τις παραπάνω προτάσεις όπως πρόσφατα παρουσιάστηκαν από το ΙΤΕΠ η τουριστική ανάπτυξη θα μπει σε μια σωστότερη, ασφαλέστερη πορεία και, τα πολυποίκιλα και όχι στεγνά οικονομικά, κέρδη από τις όποιες επενδύσεις θα αναμένονται αυξημένα σε σχέση με παλαιότερα. Η τουριστική ανάπτυξη θα είναι ισόρροπη με άξονα τον εκσυγχρονισμό και την αναβάθμιση των παρεχόμενων υπηρεσιών, προωθώντας την πράσινη ανάπτυξη και της ειδικές μορφές τουρισμού (αγροτουρισμός, θρησκευτικός, οικολογικός, ιαματικός - θεραπευτικός τουρισμός). Επιπλέον, απαραίτητη προς αυτήν την κατεύθυνση κρίνεται η εξάλειψη γραφειοκρατικών και άλλων εμποδίων όπως και η μεγαλύτερη ευελιξία στη λειτουργία του αναπτυξιακού νόμου (π.χ. πλαφόν ύψους επένδυσης ανά περιοχή και κατηγορία, έγκαιρη εκταμίευση δόσεων επιδότησης, αύξηση

φορολογικών κινήτρων ώστε να λειτουργούν συνδυαστικά με τις οικονομικές ενισχύσεις, εξέταση από ειδική επιτροπή στα πλαίσια Εθνικών επενδύσεων και εκτός διαδικασιών αναπτυξιακού νόμου των πολύ μεγάλων επενδυτικών προτάσεων πέρα από έναν συγκεκριμένο προϋπολογισμό). Κάτω από αυτές τις συνθήκες η πρόοδος και η ανάπτυξη στο χώρο φαντάζει ευκολότερη και αποτελεσματικότερη, αντανakλώντας τις πραγματικές δυνατότητες της Ελλάδος στην παροχή τουριστικών υπηρεσιών ανώτατου επιπέδου και τοποθετώντας τη σε καλύτερη θέση απέναντι στον ανταγωνισμό. [97, 18]

## **4.5 Ξενοδοχεία και ενέργεια**

### **4.5.1 Η ενεργειακή κατανάλωση των ξενοδοχείων**

Σύμφωνα με τον διδάκτορα του «Imperial College» και εκπρόσωπο της εταιρίας «Sol Energy SA», Αλέξιο Παΐζη η ενεργειακή κατανάλωση των ξενοδοχείων παγκοσμίως, κοστίζει περί τα 4 δις. Ευρώ το χρόνο! Τα απαιτούμενα επίπεδα άνεσης και πολυτέλειας καθιστούν το ξενοδοχειακό τομέα αρκετά ενεργοβόρο και επιβαρύνουν το περιβάλλον. Οι ανάγκες για τις οποίες καταναλώνεται περισσότερη ενέργεια είναι η θέρμανση και ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ο φωτισμός, τα πλυντήρια, οι κολυμβητικές δεξαμενές και η παρασκευή τροφίμων. Σημειώνεται μάλιστα ότι η θέρμανση και ο κλιματισμός αντιπροσωπεύουν το 60% της συνολικής ενέργειας και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης το 15% αυτής. Στα δε μαγειρεία καταναλώνεται το 20-25% της ενέργειας για την παρασκευή του φαγητού. Σημαντικό κόστος συντήρησης ενεργειακού εξοπλισμού προκύπτει επίσης από την κακή ποιότητα νερού που καταστρέφει εναλλακτές και δίκτυα και μειώνει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση των εγκατεστημένων συστημάτων. [42]

Συγκεκριμένα για την Ελλάδα, ο ξενοδοχειακός τομέας ευθύνεται περίπου για το 10% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στη χώρα, ποσοστό 8,1% επί του ΑΕΠ, με τα ελληνικά ξενοδοχεία - το 64% των οποίων λειτουργεί εποχιακά - να καταναλώνουν κατά μέσο όρο 273KWh/τ.μ. ετησίως.[30] Σύμφωνα δε, με μια έρευνα ένα ξενοδοχείο 150 δωματίων καταναλώνει σε μία εβδομάδα, όσο 1004 νοικοκυριά σε ένα χρόνο.[52] Ο βασικός λόγος για αυτό είναι ότι οι άνθρωποι στις κατοικίες τους έχουν επίγνωση του κόστους του νερού και της ενέργειας, στα ξενοδοχεία όμως η

αυξημένη κατανάλωση δεν έχει καμία επίδραση στην τιμή. Η δυνατότητα της αυξημένης κατανάλωσης είναι απόλυτα συνυφασμένη με την παροχή υπηρεσιών και την πολυτέλεια. Είναι όμως δυνατόν να έχουμε την πολυτέλεια ενός ξενοδοχείου και παράλληλα να προστατεύουμε το περιβάλλον. Το αυξημένο κόστος ενέργειας και η εξέλιξη της τεχνολογίας έχουν καταστήσει πλέον ιδιαίτερα ανταγωνιστικές επενδύσεις που εντοπίζονται στο κομμάτι της εξοικονόμησης ενέργειας σε ξενοδοχειακές μονάδες.

## 4.5.2 Τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας

### 4.5.2.1 Συνοπτική παρουσίαση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας

Την τελευταία δεκαετία, με αυξανόμενο ρυθμό και με ιδιαίτερη επιτυχία έχουν εφαρμοστεί σε ευρεία κλίμακα μια σειρά από τεχνολογίες με σημαντικότητα οικονομικά και τεχνικά οφέλη που μειώνουν το κόστος και αναβαθμίζουν την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Αυτές που συναντώνται συχνότερα και εμφανίζουν μεγαλύτερη τεχνικοοικονομική σκοπιμότητα ειδικά όσον αφορά μια ξενοδοχειακή μονάδα είναι οι παρακάτω:

- **Εγκατάσταση καυστήρων βιομάζας**, για παράδειγμα καυστήρα πυρηνόξυλου. Ο όρος βιομάζα αναφέρεται, σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), στην ύλη βιολογικής προέλευσης. Για τον ξενοδοχειακό τομέα υπάρχει πλήθος επιλογών τεχνολογιών βιομάζας για την ικανοποίηση των αναγκών θέρμανσης χώρου και παραγωγής ζεστού νερού με τη χρήση φθηνού καυσίμου.

- **Ηλιακή θερμική ενέργεια:** Τα θερμικά ηλιακά συστήματα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στα ξενοδοχεία μετατρέπουν την ακτινοβολία του ήλιου σε



Εικ. 4.15: Ηλιακό πεδίο παραγωγής ζεστού νερού στο ξενοδοχειακό συγκρότημα Aldemar OlympianVillage [96]

θερμική ενέργεια με τη μορφή ζεστού νερού. Η χρήση κεντρικών ηλιακών συστημάτων βασίζεται στην δημιουργία ενός ενιαίου πεδίου και ενιαίων θερμικών αποθηκών που μπορούν να καλύψουν μέρος ή και το σύνολο των θερμικών αναγκών μιας ξενοδοχειακής μονάδας. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν ηλεκτρονικό έλεγχο και ειδικούς αλγορίθμους λειτουργίας που επιτρέπουν συνεχή αποθήκευση νερού σε θερμοκρασία ζήτησης, σωστή διαχείριση των θερμικών αποθηκών και την ελάχιστη χρήση της βοηθητικής πηγής ενέργειας για την κάλυψη των θερμικών φορτίων κατά την διάρκεια της νύχτας και τέλος τη μέγιστη αξιοποίηση του ηλιακού πεδίου. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να επιτευχθεί η 24ωρη λειτουργία ενός ξενοδοχείου με συνεχή ανακυκλοφορία νερού στους 50°C χωρίς να υπάρχει ανάγκη ενεργοποίησης του καυστήρα παρά μόνο εάν υπάρχουν μέρες με έντονη συννεφιά ή/και μεγάλη πληρότητα στην ξενοδοχειακή μονάδα. Κύρια οφέλη της εν λόγω δραστηριότητας για τον ξενοδόχο είναι η εξοικονόμηση ενέργειας (μέχρι ποσοστού 95%) έως και πάνω από 90kg πετρελαίου ανά τετραγωνικό μέτρο ηλιακού συλλέκτη κάθε έτος. Επίσης μειώνονται οι εκπομπές της τουριστικής μονάδας σε διοξείδιο του άνθρακα. Πέρα από το ζεστό νερό χρήσης, τα κεντρικά ηλιακά συστήματα μπορούν να καλύψουν και τις απαιτήσεις κλιματισμού του ξενοδοχείου.

- ο **Γεωθερμική ενέργεια:** Η συγκεκριμένη τεχνολογία σχετίζεται με την αξιοποίηση γεωθερμικών αποθεμάτων ζεστού νερού, τα οποία βρίσκονται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Μια τέτοια επιλογή για την ξενοδοχειακή μονάδα συντελεί στη διαθεσιμότητα μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, όπως η παροχή θερμότητας και ψύξης σε χώρους του ξενοδοχείου και η θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών με πολύ χαμηλό κόστος λειτουργίας.

- ο **Φωτοβολταϊκά συστήματα:** Ενδείκνυται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ιδιαίτερα σε μεγάλες ξενοδοχειακές μονάδες ή τουριστικά θέρετρα. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 1KWp εγκατεστημένης ισχύος μπορεί να παράγει μέχρι και 1500KWh ανά έτος καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες του ξενοδοχείου για ηλεκτρισμό. Σε περίπτωση δε εποχιακής λειτουργίας και εφόσον υπάρχει η απαραίτητη ηλιοφάνεια, η μονάδα τους μήνες που δεν λειτουργεί μπορεί να συνεχίζει να παράγει και να πουλάει ηλεκτρικό ρεύμα.

- ο **Φυτεμένες οροφές:** Το φυτεμένο δώμα, πέρα από το ότι εξασφαλίζει έναν ιδιωτικό κήπο στα δωμάτια του ξενοδοχείου, ελέγχει την ποσότητα της ηλιακής

ακτινοβολίας που προσπίπτει στην οροφή, δρα ως θερμική και ακουστική μόνωση για το κτήριο και διατηρεί σταθερή την εσωτερική θερμοκρασία του. Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση του ξενοδοχείου «EL Greco» στο Ρέθυμνο (περίοδος λειτουργίας Απρίλιος - Οκτώβριος) όπου κατά την περίοδο θέρμανσης εξοικονομείται ενέργεια της τάξης του 84%, ενώ κατά την περίοδο ψύξης της τάξης του 34%. Τον Απρίλιο, το μοναδικό μήνα που παρουσιάζονται απαιτήσεις σε θέρμανση, το φυτεμένο δώμα πρακτικά εκμηδενίζει τη χρήση του συστήματος θέρμανσης, αυξάνοντας κατά περίπου 1<sup>0</sup>C την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, με αποτέλεσμα να είναι πάνω από 21<sup>0</sup>C. [41]

- ο **Εγκατάσταση μονάδας αφαλάτωσης με συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας:** Η αφαλάτωση του θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού με τη χρήση της τεχνικής της αντιστροφής όσμωσης είναι πλέον μια δόκιμη και αναγνωρισμένη τεχνολογία που με οικονομικό και αξιόπιστο τρόπο μπορεί να παρέχει υψηλής ποιότητας νερό ύδρευσης. Οι προηγμένες μονάδες αφαλάτωσης αποτελούν ενδεδειγμένη λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος της ποιότητας αλλά και της επάρκειας νερού σε ξενοδοχειακές μονάδες.

- ο **Κλιματισμός (ψύξη - θέρμανση) με τη χρήση γεωτρήσεων, κολυμβητικών δεξαμενών ή θαλασσινού νερού:** Η εφαρμογή βασίζεται στην χρήση θαλασσινού ή υφάλμυρου νερού ως μέσο μετάψυξης των ψυκτών αντικαθιστώντας με τον τρόπο αυτό τους πύργους ψύξης. Τα υδρόψυκτα συστήματα γενικά πλεονεκτούν έναντι των αερόψυκτων καθώς μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς παρουσιάζουν εξ ορισμού πολύ μεγαλύτερη απόδοση. Συγκεκριμένα για το ίδιο ψυκτικό αποτέλεσμα η εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από 30 - 50 %. Ουσιαστικά τα αερόψυκτα συστήματα είναι απολύτως ακατάλληλα από ενεργειακή άποψη στις νότιες νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας όπου εμφανίζονται υψηλές θερμοκρασίες οι οποίες υπερβαίνουν τους 35<sup>0</sup>C.

- ο **Ανάκτηση θερμότητας:** Με αυτήν τη διαδικασία επιτυγχάνεται αξιοποίηση μέρους της θερμότητας που αποβάλλεται από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας. Η ανάκτηση γίνεται μέσω εναλλαγής θερμότητας μεταξύ ρευμάτων ρευστών που αποβάλλονται (π.χ. καυσαέρια, απόνερα κλπ) και ρευστών που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία (π.χ. αέρας καύσης, νερά διεργασιών κλπ). Ο σκοπός ενός συστήματος ανάκτησης θερμότητας είναι η αξιοποίηση της

μεγαλύτερης δυνατής ποσότητας απορριπτόμενης θερμότητας με την απλούστερη τεχνικά λύση και η χρήση της ανακτώμενης θερμότητας για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό και θερμό αέρα.

ο **Κεντρικά ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου μηχανολογικού εξοπλισμού (BMS):** Η μέθοδος βασίζεται στην διασύνδεση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτηριακού συγκροτήματος με μια κεντρική ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου με σκοπό τον αυτόματο έλεγχο των εγκαταστάσεων από ένα και μόνο κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η εξοικονόμηση προκύπτει από τον αποτελεσματικό έλεγχο του χρόνου λειτουργίας. Για παράδειγμα ο φωτισμός μπορεί να ελέγχεται από φωτοκύτταρο ή με χρονικό πρόγραμμα σε όλους τους κοινόχρηστους χώρους του κτηριακού συγκροτήματος. Επίσης μπορούν να ελέγχονται πάσης φύσης αντλίες, ο κλιματισμός, η παραγωγή θερμού νερού. Συνήθως τα συστήματα αυτά διαθέτουν γραφική απεικόνιση σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ώστε να υπάρχει εύκολος εποπτικός έλεγχος των εγκαταστάσεων. Το σύστημα επίσης μπορεί να ειδοποιεί για ενδεχόμενη δυσλειτουργία των ελεγχόμενων συστημάτων. Ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να προσφέρει συνολικά σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, τόσο ηλεκτρικής όσο και υγρών ή αέριων καυσίμων, αναβαθμίζοντας παράλληλα την ποιότητα του ξενοδοχείου. Η εξοικονόμηση μπορεί να ανέλθει στο 30% της συνολικής ενέργειας. Παράλληλα ο ηλεκτρονικός έλεγχος με την κατάλληλη εφαρμογή και εκπαίδευση προσωπικού οδηγεί σε σημαντική μείωση της έκτακτης συντήρησης και τον γρήγορο εντοπισμό βλαβών πριν γίνουν αντιληπτές από τον πελάτη.[51,52]

#### **4.5.2.2 Παράδειγμα εφαρμογής «πράσινων» τεχνολογιών**

Παρουσιάζεται συνοπτικά ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα εφαρμογής των παραπάνω τεχνολογιών στην πράξη, σε ένα ξενοδοχειακό συγκρότημα της Ελλάδας, το Candia Maris Hotel & Bungalows. Το συγκρότημα «Candia Maris Hotel & Bungalows» και το κέντρο θαλασσοθεραπείας «Thalasso» βρίσκεται στην Αμμουδάρα, Γάζι Ηρακλείου 3χλμ δυτικά από το Διεθνές Αεροδρόμιο Ηρακλείου Κρήτης. Το ξενοδοχείο άρχισε να λειτουργεί το 1995, ανήκει στην κατηγορία LUX, διαθέτει 540 κλίνες και λειτουργεί όλο το χρόνο καθώς αποτελεί την ιδανική

τοποθεσία για διακοπές, συνέδρια ή επαγγελματικές συναντήσεις. Το κέντρο θαλασσοθεραπείας είναι ένα από τα πρώτα που λειτούργησαν στην Ελλάδα, προσφέροντας υπηρεσίες υψηλής ποιότητας καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Τόσο το ξενοδοχείο όσο και το κέντρο θαλασσοθεραπείας χρησιμοποιούσαν αέριο καύσιμο για τη θέρμανση νερού χρήσης πελατών και τη θέρμανση θαλασσινού και γλυκού νερού των κολυμβητικών δεξαμενών και άλλων χρήσεων παράλληλα με τη χρήση καυστήρων και λοιπών συμβατικών διατάξεων θέρμανσης νερού. Για την τροφοδοσία με νερό το ξενοδοχείο χρησιμοποιούσε εν μέρει ιδιόκτητες γεωτρήσεις και παροχή από τον Δήμο. Η κακή ποιότητα του νερού δημιουργούσε σοβαρότατα προβλήματα σε όλα τα συστήματα του ξενοδοχείου δημιουργώντας παράλληλα προβλήματα διάβρωσης και κατ' επέκταση αύξηση των αναγκών συντήρησης. Τέλος, όσον αφορά τον κλιματισμό του κτηρίου αυτός γινόταν κυρίως με χρήση κεντρικού υδρόψυκτου συγκροτήματος με χρήση πύργων ψύξης.

Για την αντιμετώπιση των ανωτέρω προβλημάτων και με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας ανατέθηκε στην εταιρεία «Sol Energy Hellas A.E.» ο σχεδιασμός και η υλοποίηση όλων των απαραίτητων παρεμβάσεων. Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε μελέτη συνδυασμένης μηχανολογικής εγκατάστασης στο συγκρότημα «Candia Maris» με προϋπολογισμό 1600000 Ευρώ η οποία βασίστηκε στην ανάλυση των κάτωθι παραμέτρων:

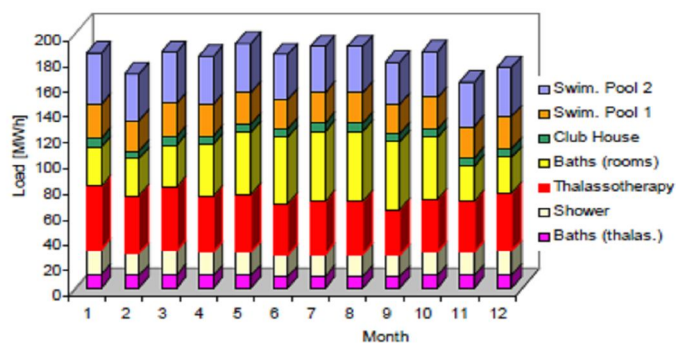
1. Μεγάλα θερμικά φορτία (κολυμβητικές δεξαμενές, θαλασσοθεραπεία, αθλητικές εγκαταστάσεις)
2. Διαθεσιμότητα χώρων για εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών
3. Σημαντικά φορτία κλιματισμού
4. Αξιοσημείωτος συγχρονισμός μεταξύ ζήτησης ενέργειας και προσφοράς ενέργειας ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες
5. Ανεξαρτησία των ενεργειακών υποσυστημάτων τους
6. Παρουσία φορτίων σε διαφορετικά θερμικά επίπεδα
7. Ασφαλής παροχή ενέργειας χωρίς λειτουργικά προβλήματα
8. Ανάγκη για ενοποιημένη ενεργειακή σχεδίαση
9. Αυξανόμενο κόστος των συμβατικών πηγών ενέργειας
10. Αξιόπιστες και οικονομικά βιώσιμες τεχνικές λύσεις



## 11. Πιο φιλική περιβαλλοντικά στάση των ανθρώπων (πελατών) έναντι οικολογικών λύσεων

### ο Ημερήσια ενεργειακά φορτία

Το ξενοδοχείο διαθέτει 257 δωμάτια, ένα εστιατόριο, 3 ταβέρνες κι ένα Snack-bar που καταναλώνουν 30μ<sup>3</sup> ζεστού νερού χρήσης στους 48°C ανά ημέρα, καθώς κι ένα υπερσύγχρονο συνεδριακό κέντρο δυναμικότητας 1780 συνέδρων συνολικά, πλήρως εξοπλισμένο. Στο ξενοδοχείο λειτουργεί ένα υπερσύγχρονο κέντρο θαλασσοθεραπείας «Thalasso Center» το οποίο είναι εξοπλισμένο με 3 κλειστές θερμαινόμενες πισίνες, καθώς και μία ημίκλειστη, συνολικού όγκου 500μ<sup>3</sup> στις οποίες το θαλασσινό νερό διατηρείται σε θερμοκρασία από 32 έως 35°C. Οι πισίνες λειτουργούν καθημερινά, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, από τις 10:00 το πρωί έως τις 9:00 το βράδυ. Καθημερινά γίνεται ανανέωση του νερού σε ποσοστό 10%, ήτοι 50μ<sup>3</sup>/ημέρα. Διαθέτει επίσης 8 μπανιέρες 300lt έκαστη για θεραπείες, η ανάγκη των οποίων σε θερμό νερό (θαλασσινό και γλυκό) ανέρχεται στα 53μ<sup>3</sup> ημερησίως στην θερμοκρασία των 35 έως 40°C. Στο σύστημα ανήκουν επίσης υδρομασάζ και jet θαλασσινού νερού συνολικού όγκου 6μ<sup>3</sup>, των οποίων οι ανάγκες ημερησίως ανέρχονται στα 27μ<sup>3</sup> ζεστού νερού θερμοκρασίας 38°C. Για την εξυπηρέτηση των πελατών που χρησιμοποιούν τα γήπεδα τένις και ποδοσφαίρου του ξενοδοχείου λειτουργούν 14 εγκαταστάσεις ντους στο Club House που καταναλώνουν περίπου 5μ<sup>3</sup> ζεστού νερού ημερησίως στην θερμοκρασία των 48°C.



Εικ. 4.16: Τα ενεργειακά φορτία του ξενοδοχείου «Candia Maris» ανά μήνα και χρήση[98]

Οι συνολικές ανάγκες για την κάλυψη των ανωτέρω θερμικών φορτίων ανέρχονταν σε 2166MWh. Το ξενοδοχείο για την κάλυψη των αναγκών διέθετε 3 λεβητοστάσια, εξοπλισμένα με 6 λέβητες, οι οποίοι κατανάλωσαν το έτος 2000 47.630lt πετρελαίου και 449.651lt αερίου. Μέρος των ανωτέρω καυσίμων χρησιμοποιήθηκε για θέρμανση των χώρων του ξενοδοχείου κατά την χειμερινή περίοδο.

#### ο Το ηλιακό σύστημα

Για τις ανάγκες του έργου δημιουργήθηκε ένα νέο συμπληρωματικό μηχανοστάσιο στο οποίο εγκαταστάθηκαν 12 νέα θερμοδοχεία συνολικού όγκου 60μ<sup>3</sup> τα οποία τροφοδοτούνται από τέσσερα ηλιακά πεδία αποτελούμενα από 900 ηλιακούς συλλέκτες «Chromagen» (εταιρία που εδρεύει στο Ισραήλ) υψηλής απόδοσης συνολικής επιφάνειας 2538μ<sup>2</sup>, και λειτουργούν ως θερμικές αποθήκες. Τα ηλιακά πεδία εγκαταστάθηκαν σε υπαίθριο χώρο πλησίον της ξενοδοχειακής μονάδος και οι συλλέκτες τοποθετήθηκαν με κλίση 27° έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλή απόδοση του συστήματος κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι θερμικές αποθήκες συνολικής χωρητικότητας 60μ<sup>3</sup> στο νέο μηχανοστάσιο λειτουργούν σε κλειστό κύκλωμα με τους ηλιακούς συλλέκτες και τρεις πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας που είναι τοποθετημένοι στους χώρους του κεντρικού μηχανοστασίου και του λεβητοστασίου του κέντρου θαλασσοθεραπείας και μεταφέρουν θερμική ενέργεια για την θέρμανση του νερού χρήσης του ξενοδοχείου, του Club House και της θαλασσοθεραπείας, του θαλασσινού νερού και την κάλυψη των θερμικών αναγκών των κολυμβητικών δεξαμενών



*Εικ. 4.17: Το κεντρικό ηλιακό πεδίο του ξενοδοχείου «Candia Maris» [98]*

### **Κέντρο θαλασσοθεραπείας (Spa)**

Πιο συγκεκριμένα στις θερμικές αποθήκες της θαλασσοθεραπείας χωρητικότητας  $10\text{m}^3$ , διατηρείται το θαλασσινό νερό σε θερμοκρασία 40 με  $45^\circ\text{C}$  τροφοδοτώντας τις μπανιέρες και τον λοιπό εξοπλισμό του κέντρου θαλασσοθεραπείας. Στο κύκλωμα αυτό υφίσταται και δεύτερος εναλλάκτης που τροφοδοτείται από τους υφιστάμενους καυστήρες (back-up) οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την διόρθωση θερμοκρασίας ή και την 100% κάλυψη των αναγκών σε περίπτωση συννεφιάς.

Παράλληλα, με την υλοποίηση του νέου μηχανολογικού σχεδίου, άλλαξε η συνολική υδραυλική εγκατάσταση διασύνδεσης καθώς και όλοι οι συλλέκτες διανομής. Μέσα στα πλαίσια αυτά έγιναν παρεμβάσεις στην ανακυκλοφορία του θερμού νερού με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση. Συγκεκριμένα, υπάρχουν ρυθμιστικές βάνες που ελαχιστοποιούν την ανακυκλοφορία θερμού νερού στο κτήριο προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες του δικτύου διανομής, καθώς και ρύθμιση των επιστροφών στα θερμοδοχεία προκειμένου να υπάρχει σωστή θερμοκρασιακή διαβάθμιση. Επιπλέον, ο καυστήρας τίθεται σε

λειτουργία μόνο όταν έχουν εξαντληθεί όλα τα θερμικά αποθέματα των δεξαμενών στην θερμοκρασία ζήτησης.

Το κλειστό πρωτεύων κύκλωμα διαθέτει δύο μονάδες ηλεκτροχημικής κατανάλωσης οξυγόνου (Oxy-free) έτσι ώστε να μην υφίσταται πρόβλημα διάβρωσης τόσο στις θερμικές αποθήκες που είναι από κοινό χαλυβδοέλασμα όσο και στους χάλκινους ηλιακούς συλλέκτες. Όλα τα θερμοδοχεία του ανοικτού κυκλώματος (γλυκού και θαλασσινού νερού) διαθέτουν εσωτερική βαφή και σύστημα καθοδικής προστασίας με επιβαλλόμενο ρεύμα (Impressed Current Cathode Protection) με αυτόματο έλεγχο δυναμικού για την απόλυτη προστασία τους από την διάβρωση.

Με κεντρικό σύστημα διαχείρισης η συνολική ηλιακή ενέργεια που παραλαμβάνεται από τα ηλιακά πεδία κατανέμεται στις τρεις χρήσεις (παραγωγή θερμού νερού στο κεντρικό μηχανοστάσιο, παραγωγή θερμού θαλασσινού νερού, θέρμανση κολυμβητικών δεξαμενών) ανάλογα με την ζήτηση. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η βέλτιστη αξιοποίηση του συνόλου της ενέργειας ανεξάρτητα από την ζήτηση του κάθε μεμονωμένου θερμικού φορτίου.

#### ο **Μερική ανάκτηση θερμότητας και απόρριψη του υπολοίπου στην θάλασσα (chiller)**

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας αντικαταστάθηκαν οι υφιστάμενοι πύργοι ψύξης με 4 πλακοειδείς εναλλάκτες τιτανίου οι οποίοι ψύχονται με θαλασσινό νερό. Οι εναλλάκτες τροφοδοτούνται με θαλασσινό νερό από μία συστοιχία 5 αντλιών. Ο έλεγχος της παροχής των αντλιών είναι θερμοκρασιακός, βασίζεται δηλαδή στη διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta\theta$  του θαλασσινού νερού κατά την είσοδο και έξοδο του από τον εναλλάκτη. Παράλληλα, υφίστανται και άλλα σήματα εισόδου για την ασφαλή λειτουργία, όπως σήμα λειτουργίας του ψύκτη, των αντλιών κ.λ.π.

#### ο **Μονάδα αφαλάτωσης**

Στον χώρο του νέου μηχανοστασίου εγκαταστάθηκε μονάδα αφαλάτωσης 3<sub>ης</sub> γενιάς η οποία τροφοδοτείται από την θάλασσα παράλληλα με την ψύξη των εναλλακτών των ψυκτών. Η μονάδα είναι δυναμικότητας 120μ<sup>3</sup> ανά ημέρα και διαθέτει ειδικό

εναλλάκτη πίεσης με τον οποίο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας με την ανάκτηση της υδραυλικής πίεσης από το ρεύμα του απορριπτόμενου προς την θάλασσα νερού.

#### ο **Κεντρικός Έλεγχος**

Επίσης εγκαταστάθηκε Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου (BMS) το οποίο ελέγχει το σύνολο των εγκαταστάσεων παραγωγής θερμικής ενέργειας και εξοικονόμησης νερού. Συγκεκριμένα, ελέγχει τη λειτουργία των ηλιακών πεδίων και όλες τις θερμοκρασίες τους, ενώ υπάρχουν θερμιδόμετρα και ρυθμιστές συχνότητας (inverter) των αντλιών πρωτεύοντος και δευτερεύοντος των ηλιακών. Ελέγχεται η λειτουργία των καυστήρων συμπληρωματικής θέρμανσης και ο χρόνος λειτουργίας τους καθώς επίσης και όλες τις θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου προς και από τους εναλλάκτες, τις ηλεκτροβάνες απομόνωσης και τις αντλίες. Το σύστημα αυτό αποτελείται από αισθητήρες θερμοκρασιών καθώς και από μετατροπείς συχνότητας ώστε να έχουμε πλήρη καταγραφή και ανάλυση θερμίδων απολαβής και κατανάλωσης καθώς και έλεγχο της παραγωγής από τα ηλιακά πεδία. Έτσι δίνεται η δυνατότητα για πλήρη έλεγχο, ρύθμιση και προσαρμογή του συστήματος στις απαιτήσεις των ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων. Ο ψηφιακός προγραμματιζόμενος ελεγκτής είναι ένας μικρός υπολογιστής που χρησιμοποιείται τελευταία ευρύτατα στις εφαρμογές αυτοματισμών. Ο συμπαγής σχεδιασμός του, η επεκτασιμότητα του, το χαμηλό κόστος και το πλήθος των οδηγιών που μπορεί να δεχθεί τον καθιστούν την τέλεια λύση για έλεγχο παρόμοιων εφαρμογών.

Επιπρόσθετα, το εύρος των μεγεθών της κεντρικής του υπολογιστικής μονάδος και των τάσεων που παρέχει, δίνει την δυνατότητα επίλυσης των διαφόρων προβλημάτων αυτοματισμού, ενώ έχει συνδεθεί και με κεντρικό υπολογιστή στον οποίο γίνεται γραφική απεικόνιση της λειτουργίας και καταγραφή των παραμέτρων για τον έλεγχο της απόδοσης της επένδυσης. Ο κεντρικός υπολογιστής ελέγχει τις πιθανές βλάβες, δίνει alarm σε οποιαδήποτε δυσλειτουργία και με την βοήθεια ενός modem και μιας απλής τηλεφωνικής γραμμής κάνει αποστολή δεδομένων. Με αυτόν τον τρόπο έχει επιτευχθεί η τηλε-παρακολούθηση του συστήματος από τα γραφεία της κατασκευάστριας εταιρείας για την μεγιστοποίηση της απόδοσης και την διόρθωση πιθανών σφαλμάτων. Ο ψηφιακός ελεγκτής, εκτός από τον έλεγχο των

θερμοκρασιών και της ροής, κάνει έλεγχο στους inverter που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της ταχύτητας των κυκλοφορητών. Ο έλεγχος αυτός είναι απαραίτητος για τη σωστότερη ενεργειακή κατανομή της παραγόμενης από το σύστημα ενέργειας.

Εγκαταστάθηκαν επίσης τέσσερα θερμιδόμετρα υπερήχων στα οποία απεικονίζονται και καταγράφονται η στιγμιαία και η συνολική απολαβή του συστήματος σε kWh, η στιγμιαία και η συνολική ροή της αντλίας, οι ώρες λειτουργίας του συστήματος, οι θερμοκρασίες εισόδου - εξόδου και η διαφορά αυτών ( $\Delta\theta$ ) και άλλα στοιχεία έτσι ώστε να υπολογίζεται ο βαθμός απόδοσης του συστήματος. Όλα τα συστήματα διαθέτουν γραφική απεικόνιση, όπου με απλή επιλογή του κάθε τμήματος του εξοπλισμού παρουσιάζονται αμέσως όλες οι παράμετροι λειτουργίας που καταγράφονται. Τέλος, υπάρχουν βάσεις δεδομένων όπου λαμβάνουν χώρα καταγραφές όπως οι μετρήσεις των θερμιδόμετρων, των παροχών θερμού νερού, του χρόνου λειτουργίας και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Πρώτα αποτελέσματα**

Η μέτρηση της πραγματικής εξοικονόμησης ενέργειας είναι θεμελιώδης συνθήκη για την περαιτέρω διεύθυνση των τεχνολογιών θερμικών ηλιακών και εξοικονόμησης ενέργειας στην αγορά καθώς επίσης και η δέσμευση της εκάστοτε εταιρείας για εγγυημένη απόδοση των συστημάτων της. Η λειτουργία του συστήματος ξεκίνησε σταδιακά την 1<sup>η</sup> Αυγούστου 2002. Από την 1<sup>η</sup> Αυγούστου 2002 έως την 1η Αυγούστου 2003 προέκυψε πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας από το ηλιακό σύστημα ίση με 1350 MWh (ισοδύναμο με 210.762lt πετρελαίου), παρόλο που στην περιοχή του Ηρακλείου η ηλιοφάνεια κατά την περίοδο αυτή ήταν χαμηλότερη από τον μέσο όρο των τελευταίων 10 ετών. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα είχαμε παραγωγή 36.500μ<sup>3</sup> αφαλατωμένου νερού από την μονάδα αντίστροφης όσμωσης και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως του 25% από τον κλιματισμό.

Με το ξενοδοχείο έχει υπογραφεί συμβόλαιο εγγυημένης απόδοσης όπου την αντικειμενική εκτίμηση έχει αναλάβει το Εργαστήριο Δοκιμών Ηλιακών & άλλων Ενεργειακών Συστημάτων «ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ» το οποίο είναι διαπιστευμένο εργαστήριο ελέγχου απόδοσης και αντοχής θερμικών ηλιακών συλλεκτών και συστημάτων και το οποίο θα πραγματοποιήσει μετρήσεις με την χρήση

βαθμονομημένων οργάνων κάτω από πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Ακολούθως θα προτείνει πιθανές επεμβάσεις, βασισμένο στην ανάλυση των μετρήσεων για την βελτιστοποίηση του συστήματος και την μεγιστοποίηση των ενεργειακών οφελών.

Η περίπτωση του ξενοδοχείου «Candia Maris» είναι ιδιαίτερης σημασίας όσον αφορά την συνδυαστική εφαρμογή νέων τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς θεωρείται ένα από τα αρτιότερα όσον αφορά την μελέτη εφαρμογής, υλοποίησης αλλά και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Μάλιστα, το συγκεκριμένο έργο είναι ένα από τα μεγαλύτερα εγκατεστημένα ηλιακά πεδία στην Ευρώπη όσον αφορά το μέγεθός του, ενώ όπως αναφέρθηκε, συμμετέχει σε αυτό και ο ερευνητικός φορέας «ΕΚΕΦΕ ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ». Για τους λόγους αυτούς έχει εκδηλωθεί μεγάλο ενδιαφέρον από διάφορους, Ευρωπαϊκούς και μη, φορείς που ασχολούνται με την ηλιακή ενέργεια και την εξοικονόμηση ενέργειας εν γένει. Προβάλλεται δε, σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, ως παράδειγμα προς μίμηση.

#### **4.5.3 Τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας**

Η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να έχει πολύ σημαντικά αποτελέσματα από οικονομικής άποψης πράγμα που καταδεικνύεται από τα στοιχεία το ξενοδοχείων εκείνων που έχουν κάνει χρήση των εν λόγω τεχνικών και συστημάτων και απολαμβάνουν τα οφέλη τους. Συγκεκριμένα, η αλυσίδα «Intercontinental Hotels & Resorts», εξοικονόμησε πάνω από 25 εκατ. δολάρια εγκαινιάζοντας πρακτικές παρακολούθησης της χρήσης ενέργειας, ενώ από την άλλη η εταιρία «Hilton» μείωσε την ενεργειακή κατανάλωση κατά 16% τη τελευταία τετραετία εξοικονομώντας 10 εκατ. δολάρια. Τα ξενοδοχεία «Aldemar» σε Κρήτη, Ρόδο και δυτική Πελοπόννησο καλύπτουν πλέον με ηλιακή ενέργεια το 85% των σχετικών αναγκών τους.

Από επεξεργασία πραγματικών στατιστικών στοιχείων από έργα που ολοκληρώθηκαν στα πλαίσια επιδοτούμενων προγραμμάτων προκύπτει ότι για την παραγωγή θερμού νερού η εξοικονόμηση σε αέριο ή πετρέλαιο είναι 0,45 Ευρώ ανά διανυκτέρευση, για κλιματισμό η εξοικονόμηση σε ηλεκτρικό ρεύμα είναι 0,20 ευρώ ανά διανυκτέρευση ενώ από το έλεγχο των κολυμβητικών δεξαμενών και του φωτισμού εξοικονομούνται 0,10 Ευρώ ανά διανυκτέρευση. Ενδεικτικά για ένα ξενοδοχείο 600 κλινών με 85000 διανυκτερεύσεις, το ετήσιο όφελος μόνο από το

θερμό νερό και τον κλιματισμό μπορεί να ανέλθει στα 55250 Ευρώ. Σε συνδυασμό μάλιστα με άλλες τεχνολογίες όπως ψύξη και θέρμανση με γεωτρήσεις ή ανάκτηση θερμότητας από κλιματισμό μπορούν να πολλαπλασιαστούν τα οφέλη και η αρχική επένδυση να αποσβεστεί σε συντομότερο χρονικό διάστημα ώστε τα κέρδη του ξενοδοχείου να είναι ακόμη πιο άμεσα. Ανάλογα βέβαια με το ύψος της επένδυσης και της επιδότησης ο χρόνος της απόσβεσης ποικίλει και δεν μπορεί να οριστεί μονοσήμαντα. Είναι όμως εφικτό, με επιδότηση της τάξεως του 40% στα πλαίσια του νέου αναπτυξιακού νόμου ή άλλων ευρωπαϊκών και διεθνών προγραμμάτων και με τη σωστή μελέτη, η απόσβεση του επενδυμένου κεφαλαίου να ολοκληρωθεί εντός δύο ή τριών ετών. Μάλιστα, με τον προσδοκώμενο χρόνο ζωής των επενδύσεων αυτών, πάντα σε συνδυασμό με τον άρτιο σχεδιασμό, τα καλής ποιότητας υλικά και την τακτική συντήρηση, να είναι 20-25 χρόνια είναι εύκολο αντιληπτό πως τα περιθώρια κέρδους για τις ξενοδοχειακές μονάδες είναι τεράστια.

Είναι λογικό ότι περισσότερο μπορούν να ωφεληθούν οι ξενοδοχειακές μονάδες μεγάλης δυναμικότητας, με κεντρικές εγκαταστάσεις θερμού νερού και κλιματισμού ή με δυνατότητα να δημιουργήσουν τέτοιες. Επίσης, μονάδες που θέλουν να προχωρήσουν σε εκτεταμένη ανακατασκευή και αντικατάσταση του εξοπλισμού τους, έχουν πρόσθετο σημαντικό όφελος καθώς ουσιαστικά ένα μέρος τα δαπάνης θα το κάλυπταν για την συμβατική ανακαίνισή τους. Οι μικρότερες μονάδες μπορούν να υλοποιήσουν αντίστοιχα έργα, όσο όμως το μέγεθος μικραίνει, τόσο περισσότερες προϋποθέσεις πρέπει να συντρέχουν για να έχει το έργο τεχνοοικονομική σκοπιμότητα. Για παράδειγμα, μικρές μονάδες με μικρά διασκορπισμένα κτήρια και τοπικές εγκαταστάσεις θερμού νερού και κλιματισμού, που δεν έχουν δυνατότητα κεντρικών δικτύων ( π.χ. μηχανοδιαδρόμων ή καναλιών) δεν ενδείκνυνται καθώς το κόστος της κατασκευής των δικτύων μπορεί να είναι τόσο μεγάλο που να αναιρεί τη σκοπιμότητα του έργου. Είναι μάλιστα αρκετές οι περιπτώσεις μικρών μονάδων οι οποίες με σωστή μελέτη και σχεδιασμό, κάνοντας χρήση των αποδοτικότερων για το μέγεθος τους τεχνικών καταφέρνουν να εξοικονομούν σημαντικά ποσά ενέργειας.

Πέρα όμως από τα άμεσα μετρήσιμα οικονομικά οφέλη, η τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας μπορούν να προσφέρουν και οφέλη λειτουργικής φύσεως στο ξενοδοχείο χάρη στην αναβάθμιση των υποδομών στα πλαίσια των ενεργειακών



επενδύσεων. Ενδεικτικά με την παραγωγή θερμού νερού μπορούν να επιλυθούν προβλήματα όπως κόκκινο νερό από διάβρωση καθώς και προβλήματα στην πίεση και τη θερμοκρασία του νερού. Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα των μονάδων αφαλάτωσης με την εξασφάλιση επάρκειας του δικτύου και την σταθερή παροχή νερού, καθαρού, που δεν καταστρέφει τις σωληνώσεις. Αντιστοίχως, στην ψύξη από γεωτρήσεις ή από τη θάλασσα πέρα από το ανεξάντλητο της πηγής, υπάρχει και το σημαντικό πλεονέκτημα ότι η απόδοση δεν μεταβάλλεται με την άνοδο της θερμοκρασίας μιας και η ψύξη είναι ιδιαίτερα ισχυρή ακόμη και σε συνθήκες καύσωνα. Με αυτήν την μέθοδο επιλύεται το πρόβλημα το αερόψυκτων μηχανημάτων των οποίων η απόδοση μειώνεται σημαντικά σε τέτοιες συνθήκες οπότε και υπάρχει η μεγαλύτερη ανάγκη χρήσης τους.

Η χρήση ΑΠΕ στον ξενοδοχειακό τομέα δεν καθιστά απλά λιγότερο ενεργοβόρες και οικονομικότερες τις μονάδες αλλά τις κάνει συγχρόνως φιλικότερες προς το περιβάλλον. Η ενέργεια που καταναλώνεται είναι σημαντικά λιγότερη και συνεπώς είναι μικρότερες οι ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.

#### **4.5.4 Τα «πράσινα» ξενοδοχεία**

Η τουριστική ανάπτυξη, εκτός από την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, έχει τα τελευταία χρόνια κι άλλες αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως η ρύπανση, η αποψίλωση των δασών, η αλλοίωση των οικοσυστημάτων. Ο τουρισμός όμως, χαρακτηριστικό στοιχείο του οποίου είναι η επαφή με τη φύση και το περιβάλλον, είναι τομέας που θα πρέπει να συμβάλλει στην εξοικονόμηση των πόρων και την προστασία της φύσης και όχι στην καταστροφή της. Προς την κατεύθυνση του αειφόρου τουρισμού και της προστασίας του περιβάλλοντος είναι λοιπόν και όλες αυτές οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται στις ξενοδοχειακές μονάδες, καθώς και άλλες που αναπτύσσονται, ενταγμένες μέσα στο διεθνές πλαίσιο περιβαλλοντικής και οικολογικής συνείδησης. Μάλιστα, στα αποκαλούμενα «πράσινα» ξενοδοχεία στρέφονται ολοένα και περισσότεροι ταξιδιώτες ανά τον κόσμο, με το 80% των Γερμανών τουριστών να δηλώνουν ότι τα υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα παίζουν σημαντικό ή ακόμη και πολύ σημαντικό ρόλο όταν

σχεδιάζουν τις διακοπές τους. Το ένα τρίτο των Αμερικανών υποστηρίζουν πως είναι πρόθυμοι να πληρώσουν παραπάνω, αρκεί το ταξίδι και η διαμονή τους να είναι πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Περιβαλλοντική συνείδηση αναπτύσσουν και οι Βρετανοί, καθώς - σύμφωνα με έρευνα του Trip Advisor σε δείγμα 8000 ατόμων στο τέλος του 2008 - το 21% αυτών επιθυμούν να λαμβάνουν πιο «πράσινες» αποφάσεις για τις διακοπές τους. Είναι αντιληπτό πως υπάρχουν τουρίστες οι οποίοι είναι περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι και επιθυμούν όταν ταξιδεύουν να τους δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής των πιστεύω τους. [99]

Με στόχο το κατάκτηση της προτίμησης του κόσμου και την διάδοση των «πράσινων» ξενοδοχείων και του οικολογικού τουρισμού, οι αρμόδιες οργανώσεις και οι κρατικοί φορείς αναλαμβάνουν τη διαφήμιση και την προώθηση τους. Σε αυτό συμβάλλει σημαντικά και η βράβευση των ξενοδοχείων που ξεχωρίζουν. Με τη διαδικασία της βράβευσης τα ξενοδοχεία κατηγοριοποιούνται σε καλούς, μέτριους ή κακούς εξοικονομητές, σύμφωνα με το δείκτη της ενεργειακής απόδοσης που είναι βασισμένος στην ενεργειακή κατανάλωση σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο ανά έτος ( $\text{kWh}/\text{m}^2/\text{έτος}$ ). Η σύγκριση αυτή γίνεται με μοντέλα πρότυπων ξενοδοχείων στη συγκεκριμένη γεωγραφική θέση που βρίσκεται το εκάστοτε ξενοδοχείο. Η ίδια διαδικασία περίπου ακολουθείται για την κατανάλωση νερού λαμβάνοντας υπόψη και τον παράγοντα της ύπαρξης πισίνας ή μη. Στο μέλλον αναμένεται να θεσπιστούν ακόμη περισσότερα βραβεία για τα «πράσινα» ξενοδοχεία και να επικρατήσει η οικολογική νοοτροπία στη διαχείριση της τουριστικής βιομηχανίας. Θα θεσπιστούν επίσης κανόνες για τη μορφή της τουριστικής ανάπτυξης, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, τη διάθεση των απορριμμάτων και την οικονομία του νερού. Τα βραβευμένα ξενοδοχεία του μέλλοντος δεν θα είναι εκείνα που θα προσφέρουν τις περισσότερες ανέσεις αλλά εκείνα που θα προσφέρουν τις περισσότερες ανέσεις προκαλώντας τις λιγότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον, ανακυκλώνοντας τα σκουπίδια τους και ενθαρρύνοντας την ορθολογική κατανάλωση ενέργειας όπως, για παράδειγμα, το «Couran Cove Resort» στη Ράναγαουεϊ Μπέι του Κούνισλαντ της Αυστραλίας, που απονέμει βραβεία στους πελάτες που ξοδεύουν τη λιγότερη ποσότητα νερού και ηλεκτρισμού. Το ξενοδοχείο στο σύνολό του εφαρμόζει άκρως περιβαλλοντική πολιτική και ενισχύει τον οικολογικό τουρισμό.

Χαρακτηριστικό και ιδιαίτερα χρήσιμο για τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας με απλές, έξυπνες, σωστά σχεδιασμένες και οργανωμένες κινήσεις είναι το παράδειγμα του ξενοδοχείου «Jury's Inn» στη Γλασκώβη. Το ξενοδοχείο κατασκευάστηκε το 2003 και είναι το μεγαλύτερο ξενοδοχείο αυτή τη στιγμή στη Σκωτία. Είναι ένα σύγχρονο κτήριο με 321 δωμάτια στο οποίο ακολουθήθηκαν αυστηρές αρχές θερμομόνωσης, τριπλά τζάμια και σύγχρονα συστήματα θέρμανσης και ψύξης αυξημένης ενεργειακής απόδοσης. Παρόλα αυτά, με τη λειτουργία του παρατηρήθηκε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και νερού. Από τότε ξεκίνησε ένας αγώνας προσπάθειας εξοικονόμησης φυσικών πόρων από τους manager και το προσωπικό του ξενοδοχείου κυρίως με απλές μεθόδους. Η πρωτόγνωρη περιβαλλοντική συνείδηση και η εφαρμογή απλών βημάτων ανακύκλωσης, εξοικονόμησης ενέργειας και νερού το έκαναν να ξεχωρίσει. Οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν, εφαρμόστηκαν σταδιακά, εντοπίζοντας τα κρίσιμα σημεία, που συνέβαλλαν στην αυξημένη κατανάλωση φυσικών πόρων, κυρίως με την τοποθέτηση μετρητών ενέργειας και νερού. Αναλυτικά, οι μέθοδοι που εφαρμόστηκαν είναι:

- Συνεχής ενημέρωση και προτροπή του προσωπικού για εξοικονόμηση. Για παράδειγμα στα συνεργεία καθαρισμού επιτρέπεται μόνο μία φορά να τραβάνε το καζανάκι για τον καθαρισμό της τουαλέτας.
- Ηλεκτρικές συσκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση μειώνοντας έως και 60% την κατανάλωση ενέργειας και με πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.
- Τακτική συντήρηση κλιματιστικών και καυστήρων.
- Εγκατάσταση θερμοστατών στα δωμάτια και αυτονομία θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Ρύθμιση θερμοσίφωνα στους 50°C (αντί στους 60°C), του κλιματιστικού στους 26°C το καλοκαίρι και στους 20°C το χειμώνα.
- Κλείσιμο των συσκευών από το γενικό διακόπτη (ON/OFF και όχι από το τηλεχειριστήριο, δηλαδή Stand by) κυρίως αυτών που χρησιμοποιούνται από τους υπαλλήλους.
- Λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, οι οποίοι εξασφαλίζουν 8-15 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους κοινούς λαμπτήρες καθώς και 4-5 φορές χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.
- Αισθητήρες φώτων σε όλους τους διαδρόμους και τους κοινόχρηστους χώρους.

- Χρήση καρτών (key card) για τον έλεγχο φωτισμού του κλιματισμού.
- Χρήση ροοστατών στα φωτιστικά έτσι ώστε να ρυθμίζεται το επίπεδο φωτεινότητας του χώρου και να αποφεύγεται η σπατάλη.
- Αισθητήρες σε όλες τις βρύσες για αυτόματο κλείσιμο. Μια ανοιχτή βρύση καταναλώνει 9 λίτρα νερό το λεπτό (πλύσιμο πιάτων, βούρτσισμα δοντιών κ.λ.π.).
- Τοποθέτηση μετρητών κατανάλωσης σε όλο το κτήριο έτσι ώστε να γίνεται αντιληπτή και να επισκευάζεται αμέσως η παραμικρή διαρροή. Μια σταγόνα το δευτερόλεπτο κοστίζει πάνω από 4 λίτρα τη μέρα ή αλλιώς 1500 λίτρα νερού ετησίως!
- Καζανάκια με μηχανισμό διπλής ροής νερού.
- Συσκευές μετατοπίσεως νερού (hippo bags). Η αντικατάσταση όλων των καζανακίων ενός ξενοδοχείου με νέας τεχνολογίας είναι ιδιαίτερα ακριβή γι' αυτό υπάρχουν ειδικές σακούλες που τοποθετούνται μέσα στο καζανάκι μετατοπίζοντας σημαντικές ποσότητες νερού. Ακόμα και η τοποθέτηση ενός μπουκαλιού μέσα στο καζανάκι κάνει την ίδια δουλειά, υπολογίζεται δε ότι εξοικονομείται ένα 10% νερού.
- Τηλέφωνα ντους και βρύσες χαμηλής ροής νερού ή τηλέφωνα ντους και βρύσες ψεκασμού νερού με ποσοστά αέρα, εξοικονομούν από 12 μέχρι 65 λίτρα την ημέρα. Το νερό τρέχει με ποσοστά αέρα ώστε να μειώνει την κατανάλωση νερού.
- Συλλογή βρόχινου νερού για πότισμα του κήπου
- Ανακύκλωση σε γυαλί, μαγειρικό λάδι, χαρτί, πλαστικά και μπαταρίες. (Στέλνοντας στερεά απόβλητα σε εταιρίες ανακύκλωσης εξοικονομούνται και χρήματα.)
- Ενημέρωση των επισκεπτών για τις μεθόδους εξοικονόμησης και τη δυνατότητα επιλογής των υπηρεσιών καθαρισμού και αλλαγής σεντονιών και πετσετών να μη γίνονται κάθε μέρα, με σκοπό να εξοικονομείται νερό και ενέργεια ακόμη και από το πλύσιμο των σεντονιών και των πετσετών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι πιο πολλές μέθοδοι είναι χωρίς ή με πολύ μικρό κόστος. Με την εφαρμογή όλων των ανωτέρω, το Jury' s Inn έχει λάβει πολλά βραβεία συμπεριλαμβανομένου του χρυσού βραβείου (Gold Award) από τον Οργανισμό Βραβείων Πράσινου Τουρισμού (Green Tourism Awards Agency). Παρόλα αυτά, οι υπεύθυνοι του συγκεκριμένου ξενοδοχείου δεν επαναπαύονται και συνεχίζουν να αναζητούν νέες τεχνολογίες εξοικονόμησης αλλά και τη χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας.

Το ξενοδοχείο «Cavendish» στο Λονδίνο έχει επίσης λάβει το πρώτο χρυσό βραβείο (Gold Award) ξενοδοχείου στο Λονδίνο από τον Οργανισμό βραβείων πράσινου τουρισμού (Green Tourism Awards Agency) και τον Οργανισμό Ανάπτυξης του Λονδίνου (London Development Agency). Το σχέδιο Πράσινου τουρισμού, συγκεκριμένα στο Λονδίνο, προωθήθηκε το 2007 και στοχεύει να βελτιώσει την ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση των ξενοδοχείων με ταυτόχρονη οικονομική ανάπτυξη. Τα βραβεία, που δίνονται επιτρέπουν στους επισκέπτες να κρίνουν την «πράσινη» πολιτική των επιχειρήσεων λαμβάνοντας υπόψη την ενεργειακή κατανάλωση και τη διαχείριση των φυσικών πόρων. Το «Cavendish» έχει ακολουθήσει παρόμοιες τακτικές με το ξενοδοχείο Jury's Inn όπως είναι η αντικατάσταση λεβήτων και καυστήρων με νέας τεχνολογίας, λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, τηλέφωνα ντους και βρύσες ψεκασμού νερού με ποσοστά αέρα κ.α.

Ο ξενοδοχειακός όμιλος «Aldemar Hotels & Spa» έχει αποσπάσει βραβείο για την περιβαλλοντική του δραστηριότητα και είναι η πρώτη ελληνική τουριστική επιχείρηση που απέσπασε το βραβείο ως η καλύτερη «πράσινη» ξενοδοχειακή αλυσίδα στην Ευρώπη (Europe's Leading Green Hotel Chain 2008) από το Διεθνή Τουριστικό Οργανισμό «World Travel Awards». Η περιβαλλοντική δράση της «Aldemar» σε αριθμούς συνοψίζεται στα εξής:

- 7010μ<sup>2</sup> ηλιακοί συλλέκτες για εξοικονόμηση ενέργειας, που αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα ηλιακά πεδία στην Ευρώπη.
- 85% του ζεστού νερού καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια.
- Ανακυκλώνονται σε όλες τις μονάδες: 4500 κιλά χαρτί, 25000 κιλά γυαλί, 8000 κιλά μαγειρικό λάδι, 345 κιλά ηλεκτρικά στοιχεία και 230 είδη εξοπλισμού H/Y
- Δύο συστήματα βιολογικού καθαρισμού ανά ξενοδοχείο.
- 35% ετήσια εξοικονόμηση νερού με τη χρήση βιολογικού καθαρισμού, (25 στρέμματα γης ποτίζονται με το νερό που εξοικονομείται από το βιολογικό καθαρισμό).
- 40% ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, με χρήση ψυκτών θαλασσινού νερού, για το σύστημα κλιματισμού.
- 25% των καλοκαιρινών αναγκών σε λαχανικά και φρούτα καλύπτεται από τη φάρμα βιολογικών προϊόντων της «Aldemar»

- 25 τόνοι βιολογικού οίνου.

Τα «πράσινα» ξενοδοχεία κάνοντας χρήση των τεχνολογιών που αναφέρθηκαν καθώς και άλλων απλούστερων μεθόδων, αποδεικνύουν καθημερινά ότι περιβαλλοντικοί και οικονομικοί στόχοι μπορεί να επιτευχθούν παράλληλα χωρίς εκπτώσεις στα επίπεδα άνεσης και πολυτέλειας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Έπειτα από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετικά με τους τρεις αυτούς τομείς: τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων, την προκατασκευή και τα ξενοδοχεία, επιλέχθηκε ο τύπος του υπό μελέτη ξενοδοχείου, έγινε η αρχιτεκτονική του σύνθεση σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις και προδιαγραφές και επιλέχθηκε το καταλληλότερο, κατά την κρίση μας, σύστημα προκατασκευής. Κατόπιν, με τη βοήθεια του λογισμικού Ecotect Analysis 2010, μελετήθηκε ενεργειακά με βάση ορισμένα προτεινόμενα μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Αρχικά, επιλέχθηκαν το μέγεθος και η κατηγορία της υπό μελέτη ξενοδοχειακής μονάδας. Τα κριτήρια και οι προδιαγραφές γι' αυτόν το συνδυασμό είναι τέτοια που από τη μια καλύπτουν τα σημαντικότερα μιας ξενοδοχειακής μονάδας εν γένει, ενώ από την άλλη δεν δυσχεραίνουν τη σύνθεση και το σχεδιασμό της αλλά και την μελέτη της ενεργειακά, σε βαθμό τέτοιο που να ξεφεύγει από τα όρια τα εργασίας. Το εν λόγω ξενοδοχείο συντίθεται με τις προδιαγραφές ξενοδοχείου κλασσικού τύπου και με δεδομένο ότι βρίσκεται σε Περιοχή II, είναι δηλαδή ξενοδοχείο παραθερισμού.

Η τεχνική προκατασκευής η οποία θα εφαρμοστεί είναι αυτή των διπλών τοιχωμάτων σκυροδέματος. Σε ένα ξενοδοχείο όπου υπάρχει τυποποίηση και επαναληπτικότητα στους χώρους και τις διαστάσεις, η μέθοδος των διπλών τοιχωμάτων είναι ιδανική από πλευράς εργονομίας, οικονομικότητας, ταχύτητας κατασκευής. Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιείται είναι υψηλής αντοχής και σε συνδυασμό με τη μονολιθικότητα που προσφέρει το σύστημα, προκύπτει κατασκευή με άριστο συντελεστή αντισεισμικής προστασίας, ενώ επιπλέον επιτυγχάνεται αυξημένη θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση. Επίσης το σύστημα τοιχωμάτων δεν παρουσιάζει σχεδιαστικούς περιορισμούς όπως συμβαίνει με άλλα συστήματα προκατασκευής σκυροδέματος (π.χ. σύστημα κυψελών).

Στη συνέχεια το ξενοδοχείο εισάγεται στο λογισμικό Ecotect Analysis και δημιουργείται ένα τρισδιάστατο μοντέλο με το οποίο, αφού βρεθεί ο βέλτιστος προσανατολισμός του κτηρίου, γίνεται ενεργειακή μελέτη στην αρχική του μορφή. Κατόπιν, ελέγχονται κάποια μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορεί να εφαρμοστούν σύμφωνα με τις ανάγκες και τις ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης

κατασκευής και μπορούν να εξεταστούν από το εν λόγω πρόγραμμα. Έτσι εξετάζεται η θερμομόνωση, η χρήση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής (low-e), ο διαμερής αερισμός, η χρήση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων (στεγάστρων). Εκτιμώνται τα ενεργειακά οφέλη και οι τελικές ενεργειακές απαιτήσεις με το συνδυασμό των μέτρων και τέλος προτείνονται τρόποι κάλυψης αυτών με τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ηλιακά πεδία).

## **5.1 Σύνθεση Ξενοδοχείου**

### **5.1.1 Προδιαγραφές**

Η αρχιτεκτονική σύνθεση του ξενοδοχείου πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις αντίστοιχες προδιαγραφές όπως αυτές αναφέρονται στο Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθμόν 43 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ την 7<sup>η</sup> Μαρτίου 2002 και αφορά στην κατάταξη των τουριστικών καταλυμάτων σε κατηγορίες σύμφωνα με το σύστημα των αστερών. Για ξενοδοχείο κλασσικού τύπου, εβρισκόμενο εντός Περιοχής II, με δυναμικότητα 100 κλινών κατηγορίας τριών αστερών ορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις σε χώρους:

#### **Χώρος εισόδου**

- Στο lobby, 4μ. η ελάχιστη απόσταση οπτικά, μεταξύ των δομικών στοιχείων που αποτελούν οπτικά εμπόδια.
- Reception 2μ. με τουλάχιστον ένα μέτρο μήκος να έχει ύψος πάγκου 0,80μ. για μικρά παιδιά και άτομα μειωμένης κινητικότητας (AMK).
- Γραφείο εμβαδού 10μ<sup>2</sup>.
- W.C. πελατών χωριστά ανδρών και γυναικών 0,90μ. x 1,30μ. με προθάλαμο 1,30μ. x 1,50μ. ύψους 2,20μ. τουλάχιστον, ένα για κάθε φύλο
- W.C. για AMK, κοινό ανδρών και γυναικών, 1,80μ. x 1,80μ.
- Βεστιάριο εμβαδού 7μ<sup>2</sup>.



## **Κυκλοφορία**

- Πλάτος διαδρόμων και κλιμάκων κυκλοφορίας 1,30μ.
- Ανελκυστήρας για κτήριο μεγαλύτερο των δύο ορόφων (ισόγειο+1)

## **Χώροι υποδοχής**

- Κλειστός χώρος 100μ<sup>2</sup> που περιλαμβάνει αναμονή, σαλόνι, bar και χώρο τηλεόρασης. Ο χώρος αυτός προσαυξάνεται υποχρεωτικά κατά 15%, ήτοι 15μ<sup>2</sup>, με ημιυπαίθριο χώρο.
- Ως αναμονή νοείται χώρος καθιστικού κοντά στη reception.
- Ο πάγκος του Bar έχει βάθος 2μ. και μήκος 0,60μ ανά κάθισμα με ελάχιστο συνολικό μήκος 2μ.

## **Εστίαση**

- Αίθουσα απλών γευμάτων (snack-bar, grill room, καφετέρια) εμβαδού 48μ<sup>2</sup> με τη δυνατότητα να κατανέμεται κατά το ήμισυ σε ημιυπαίθριο χώρο εφόσον το επιτρέπουν οι καιρικές συνθήκες και ο χρόνος λειτουργίας.
- Παρασκευαστήριο πρωινού με εμβαδόν 12μ<sup>2</sup>, το οποίο χρησιμοποιείται από τον επιχειρηματία είτε από τους πελάτες για να ετοιμάζουν μόνοι τους το πρωινό τους και στο εμβαδό του περιλαμβάνονται ψυγείο και αποθήκη
- Μαγειρεία με εμβαδό ίσο με το 70% της αντίστοιχης αίθουσας, δηλαδή 33,6μ<sup>2</sup>. Λαμβάνεται υπόψη και ο κλειστός και ο ημιυπαίθριος χώρος στο υπολογισμό του εμβαδού και περιλαμβάνονται αποθήκη τροφίμων ημέρας και ψυγείο ημέρας.
- Αποθήκες μαγειρείου ίσες με 50% του εμβαδού του μαγειρείου, δηλαδή 16,8μ<sup>2</sup>.

## **Υποδωμάτια**

- Τρίκλινα δωμάτια με ελάχιστη διάσταση 3,20μ. και ελάχιστο εμβαδό 16μ<sup>2</sup> τα οποία μπορεί φθάνουν μέχρι το 25%, σε ποσοστό του συνολικού αριθμού των δωματίων.
- Δίκλινα δωμάτια με ελάχιστη διάσταση 3,20μ. και ελάχιστο εμβαδό 14μ<sup>2</sup>

- Μονόκλινα δωμάτια στα ξενοδοχεία Περιοχής II δεν προβλέπονται. Ο επιχειρηματίας υποχρεούται να ενοικιάζει με τιμή μονόκλινου το 7% των υπνοδωματίων εφόσον του ζητηθεί.
- Σουίτα, συνδυασμός ενός μονόκλινου που χρησιμοποιείται σαν σαλόνι και ενός ή δύο υπνοδωματίων των παραπάνω κατηγοριών. Μέγιστο ποσοστό επί του συνολικού αριθμού των υπνοδωματίων, 25%.
- Ερμάρια 1,00x0,60 για δίκλινα και 1,50x0,60 για τρίκλινα,
- Βεράντες σε όλα τα υπνοδωμάτια
- Δυνατότητα εσωτερικής σύνδεσης δύο υπνοδωματίων με διπλή πόρτα που ασφαλίζει με σύρτη και από τις δύο πλευρές
- Πρόβλεψη για δωμάτια κατάλληλα για άτομα με ειδικές ανάγκες (ΑΜΕΑ) σε ποσοστό 10% επί του συνολικού αριθμού δωματίων. Οι διαστάσεις θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα άνετης κυκλοφορίας και χρήσης του χώρου, με την ελάχιστη να είναι 3μ. Σε κάποιο σημείο θα πρέπει να υπάρχει ελεύθερος χώρος, διαμέτρου 1,50μ. για την περιστροφή του αμαξιδίου, ενώ εκατέρωθεν της κλίνης θα πρέπει να υπάρχει ελεύθερος χώρος τουλάχιστον 0,90μ.

#### **Χώροι υγιεινής υπνοδωματίων**

- Με λουτήρα, εμβαδό 3,50μ<sup>2</sup>.
- Με ντους, εμβαδό 3,00μ<sup>2</sup>.
- Ελάχιστη διάσταση 1,50μ.
- Στα υπνοδωμάτια για ΑΜΚ οι χώροι υγιεινής θα διαμορφώνονται σύμφωνα με τις ανάλογες προδιαγραφές.

#### **Βοηθητικοί χώροι ορόφου**

- Χώρος καθαρισμού εμβαδού 4,50μ<sup>2</sup> ανά 30 δωμάτια που περιλαμβάνει είδη καθαρισμού, παροχή νερού για καθαριότητα με αντίστοιχη γούρνα, θέση για άπλυτα με δυνατότητα διοχέτευσης τους στη έξοδο υπηρεσίας ή τα πλυντήρια του ξενοδοχείου και θέση για καροτσάκι καμαριέρας.
- Λινοθήκη ερμάριο βάθους 0,60μ. και ύψους 2μ. με μήκος 1,50μ. ανά 15 δωμάτια.

### **Συγκρότημα βοηθητικών χώρων**

- Αποθήκη επίπλων εμβαδού  $40\mu^2$
- Γενικές αποθήκες  $10\mu^2$
- Εγκατάσταση κλιματισμού  $20\mu^2$
- Πλυντήριο σιδερωτήριο  $22\mu^2$
- Γενική λινοθήκη  $16\mu^2$

### **Χώροι προσωπικού**

- Συγκρότημα χώρων υγιεινής προσωπικού που περιλαμβάνει νιπτήρες, προθάλαμο, ερμάρια χωριστά ανδρών και γυναικών. Διαστάσεις W.C. και ντους  $1,00\mu. \times 1,60\mu.$  και προθάλαμοι  $2,10\mu. \times 1,30\mu.$  Τουλάχιστον δύο συγκροτήματα ένα για άνδρες και ένα για γυναίκες που το καθένα θα περιλαμβάνει W.C., ντους και νιπτήρα

### **Χώρος στάθμευσης**

- Μια θέση αυτοκινήτου ανά 12 με 20 κλίνες

Από άποψη χώρων, οι παραπάνω είναι οι ελάχιστοι υποχρεωτικοί οι οποίοι απαιτούνται για ένα τέτοιου τύπου ξενοδοχείο. Έγινε προσπάθεια να δημιουργηθούν χώροι σύμφωνα με αυτές τις ελάχιστες διαστάσεις, ώστε να μην υπάρχουν χώροι μεγαλύτεροι από αυτό που ορίζει ο κανονισμός οι οποίοι σε ένα ξενοδοχείο παραθερισμού πολλές φορές δεν χρησιμοποιούνται ή χρησιμοποιούνται ελάχιστα. Τέτοιοι για παράδειγμα είναι οι χώροι του σαλονιού και της τηλεόρασης όπως και ο κλειστός χώρος του bar και εν γένει οι περισσότεροι κλειστοί χώροι. Από την άλλη θεωρήθηκε σκόπιμο να υπάρχει μια αίθουσα εστιατορίου που να εξυπηρετεί τους πελάτες σε ώρες φαγητού και το snack-bar να λειτουργεί την υπόλοιπη ημέρα. Δεδομένου μάλιστα πως πρόκειται για ξενοδοχείο παραθερισμού και με τις καιρικές συνθήκες να το επιτρέπουν το εστιατόριο θα διατάσσεται και σε κλειστό και σε ημιυπαίθριο χώρο. Η ύπαρξη αίθουσας εστιατορίου κατ ελάχιστον  $80\mu^2$  αυξάνει την επιφάνεια των μαγειρείων κατά  $0,7 \times 80 = 56\mu^2$  και την επιφάνεια της αποθήκης των μαγειρείων κατά  $0,5 \times 56 = 28\mu^2$ . Επιπλέον απαιτούνται W.C. για την αίθουσα του εστιατορίου δυο ανδρών και δύο γυναικών με τις ελάχιστες διαστάσεις που ισχύουν

για τα W.C. πελατών στους χώρους υποδοχής. Λόγω της αίθουσας εστιατορίου και αφού η δυναμικότητα του ξενοδοχείου είναι 100 κλίνες, απαιτείται και ανεξάρτητος χώρος, κοντά στο μαγειρείο, με εμβαδό 20μ<sup>2</sup> ο οποίος θα χρησιμεύει σαν εστιατόριο προσωπικού.

Συνολικά λοιπόν, εκτός από τους υποχρεωτικούς χώρους, η αίθουσα του εστιατορίου με εμβαδό 80μ<sup>2</sup> απαιτεί επιπλέον

- 56μ<sup>2</sup> μαγειρεία
- 28μ<sup>2</sup> αποθήκες μαγειρείου
- W.C. εστιατορίου 2+2
- 20μ<sup>2</sup> για εστιατόριο προσωπικού πλησίον μαγειρείου

Κρίνοντας με βάση τις απαιτήσεις και τα διαμορφωμένα standards των πελατών, για τα ξενοδοχεία παραθερισμού θεωρείται σημαντική η ύπαρξη πισίνας. Για μονάδες τριών αστέρων η ύπαρξη πισίνας είναι προαιρετική ανεξάρτητα από τον αριθμό των κλινών. Όταν όμως επιλέγεται η κατασκευή της σε τέτοια μονάδα και για δυναμικότητα μέχρι 100 κλίνες, ορίζεται ελάχιστο εμβαδό 100μ<sup>2</sup> με ελάχιστη διάσταση 6μ. για την Περιοχή II. Η πισίνα πρέπει να απέχει τουλάχιστον 20μ από τα υπνοδωμάτια ενώ επίσης προβλέπονται W.C. (1+1) και υπαίθρια ντους. Είναι μάλιστα σημαντικό το γεγονός ότι η πισίνα θα βοηθήσει το μικρόκλιμα της περιοχής γύρω από αυτήν με εξατμιστικό δροσισμό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Οι τεχνικές προδιαγραφές που εξαρτώνται τόσο από τη δυναμικότητα όσο και την κατηγορία αστέρων του ξενοδοχείου είναι αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω και καθορίζουν το μέγεθος του ξενοδοχείου και με βάση αυτές θα γίνει η σύνθεση των χώρων του. Όπως όμως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, πρέπει υποχρεωτικά να τηρούνται και ορισμένες λειτουργικές προδιαγραφές που δεν έχουν σχέση με τη δυναμικότητα της μονάδας αλλά με τον τύπο της, την κατηγορία και την περιοχή στην οποία βρίσκεται. Αυτές παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα που ακολουθεί, όπως ακριβώς δημοσιεύτηκαν στο ΦΕΚ 43/Α/7.3.2002

**A. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ****ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΠΟΛΗΣ  
& ΠΑΡΑΘΕΡΙΣΜΟΥ****ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ**

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	5*	4*	3*	2*
----------	----	----	----	----

**1. ΚΤΙΡΙΟ**

1. Κλιματισμός σε όλους τους κοινόχρ. χώρους και σε όλα τα δωμάτια*	N	N	N	N
2. Θέρμανση σε όλους τους χώρους για λειτουργία άνω των 5 μηνών.**	N	N	N	N
3. Εξασφάλιση θερμοκρασίας 20 β. C σε όλους τους κοινόχρ. χώρους και σε όλα τα δωμάτια	N	N	N	N
4. Παροχή ζεστού νερού 24/24h	N	N	N	N
5. Επαρκής φωτισμός όλων των εσωτερικών και εξωτερικών χώρων	N	N	N	N

\* Εξαιρούνται : α) Τα ξενοδοχεία σε διατηρητέα κτίρια εφόσον αρμοδίως βεβαιώνεται ότι η τοποθέτηση συστήματος κλιματισμού αλλοιώνει την αρχιτεκτονική φυσιογνωμία του κτιρίου

β) Τα ξενοδοχεία σε περιοχές με υψόμετρο άνω των 600μ. με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται θερμοκρασία 20 β. C.

\*\* Λειτουργία άνω των 4 μηνών για ξενοδοχεία σε περιοχές με υψόμετρο άνω των 600μ.

## 2. ΥΠΟΔΟΧΗ

1. Χρηματοκιβώτιο και θυρίδες για το 50% των δωματίων τουλάχιστον*	N	N	N	N
2. Θυρωρός 24/24 ώρες	N	N	N	N
3. Φύλλο παρατηρήσεων και κουτί	N	N	N	N
4. Πληροφοριακό υλικό - φυλλάδια για την ευρύτερη περιοχή	N	N	N	N
5. Δελτίο συναλλάγματος εφόσον υπάρχει άδεια ανταλλακτηρίου	N	N	N	N

\* Αντί για θυρίδες γίνονται δεκτά και τα ατομικά χρηματοκιβώτια στα δωμάτια

## 3. ΔΩΜΑΤΙΟ

1. Επιπλο τουαλέτας με καθρέφτη και φωτιστικό	N	N	N	N
2. Μία πολυθρόνα τουλάχιστον	N	N	N	N
3. Διαχωρισμός δωματίων σε καπνίζοντες και μη	N	N	N	N
4. Μικρός τάπητας κοντά στο κρεβάτι (αν δεν υπάρχει μοκέτα στο δάπεδο)	N	N	N	N
5. Κουρτίνες (αδιαφανείς αν δεν υπάρχουν σκούρα)	N	N	N	N
6. Κατάλογος υπηρεσιών ξενοδοχείου	N	N	N	N
7. Ραδιόφωνο (αν δεν υπάρχει τηλεόραση)	N	N	N	N
8. Εντομοαπωθητικές συσκευές	N	N	N	N
9. Καλάθι απορριμάτων στο δωμάτιο	N	N	N	N
11. Πινακίδες 'Do not disturb' και 'Make up room'	N	N	N	N
12. Κουδούνι κινδύνου δίπλα στο κρεβάτι ή στην τηλεφωνική συσκευή	N	N	N	N

## 4. ΛΟΥΤΡΟ

1. Σκαμνάκι λουτρού*	N	N	N	N
2. Πετσέτα-τάπητας λουτρού	N	N	N	N
3. Κουρτίνα μπανιέρας ή ντουςιέρας	N	N	N	N
4. Ζεστό νερό 24/24 ώρες	N	N	N	N
5. Σαπούνι χεριών και χαρτί υγιείας	N	N	N	N
6. Δαχείο απορριμάτων με σκούλα και κάλυμμα	N	N	N	N
7. Ένα ποτήρι γυάλινο ανά κλίνη	N	N	N	N
8. Χορήγηση σαμπουάν και αφρόλουτρου	N	N	N	N
9. Μία πετσέτα προσώπου και μία πετσέτα σώματος ανά κλίνη	N	N	N	N
10. Κουδούνι κινδύνου στο λουτήρα	N	N	N	N

\* Διατίθεται εφόσον ζητηθεί από το πελάτη

## 5. ΕΣΤΙΑΣΗ

1. Τραπεζομάντηλο υφασμάτινο σε όλα γεύματα	N	N	N	N
2. Διάρκεια σερβιρ. πρωινού 3 ώρες	N	N	N	N
3. Διάρκεια σερβιρ. γεύματος 3 ώρες	N	N	N	N

**6. ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ & ΠΕΛΑΤΩΝ**

1. Οπτικοί συναγερμοί για κωφούς	N	N	N	N
2. Αναγόμωση πυροσβεστήρων	N	N	N	N
3. Φυλλάδιο σε κάθε δωμάτιο με οδηγίες σε περίπτωση πυρκαγιάς	N	N	N	N

**7. ΆΛΛΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ**

1. Υπηρεσία αφύπνισης	N	N	N	N
2. Τηλεφωνική επικοινωνία μεταξύ των δωματίων	N	N	N	N
3. Μικρό φαρμακείο	N	N	N	N

**8. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ - ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑ**

1. Αλλαγή ιματισμού (σεντόνια, μαξιλαροθήκες), καθημερινά	N	N	N	N
2. Αλλαγή πετσετών λουτρού, καθημερινά	N	N	N	N
3. Καθημερινή καθαριότητα κοινοχρήστων χώρων, δωματίων & υπαιθρίων χώρων	N	N	N	N

Εικ. 5.1: Λειτουργικές προδιαγραφές ξενοδοχείου κλασικού τύπου

Με τρόπο ανάλογο με αυτόν που ορίζονται οι λειτουργικές προδιαγραφές, ορίζονται και τα βαθμολογούμενα κριτήρια τα οποία πρέπει να πληρούνται σε βαθμό τέτοιο που το ξενοδοχείο να συγκεντρώνει ένα αριθμό μορίων τουλάχιστον ίσο με αυτόν που αποτελεί τη βάση για την κατηγορία στην οποία ανήκει. Καθώς οι παροχές απομακρύνονται από τις ελάχιστες υποχρεωτικές και το επίπεδο πολυτέλειας και άνεσης ανεβαίνει, τόσο τα βαθμολογούμενα κριτήρια συγκεντρώνουν περισσότερα μόρια. Είναι βέβαια κατανοητό πως τα κριτήρια αυτά δεν υποσκελίζουν τις τεχνικές προδιαγραφές των ξενοδοχείων. Δεν είναι, δηλαδή, δυνατόν ένα ξενοδοχείο 3\* να ενταχθεί στην κατηγορία των 4\* απλά και μόνο επειδή μπορεί να συγκεντρώνει τον απαιτούμενο αριθμό μορίων για τη συγκεκριμένη κατηγορία, χωρίς όμως να πληρούνται οι ανάλογες απαιτήσεις σε χώρους. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό αν σκεφτούμε πως τα βαθμολογούμενα κριτήρια έρχονται τρίτα στην ιεραρχία εξέτασης μετά τις τεχνικές και λειτουργικές προδιαγραφές. Κάτι που φαίνεται λογικό ρίχνοντας μια ματιά στο είδος των κριτηρίων που βαθμολογούνται και τις υπηρεσίες που αφορούν, πολλά από τα οποία προσδιορίζονται σε στάδιο αρκετά μεταγενέστερο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης του ξενοδοχείου. Τα βαθμολογούμενα κριτήρια για τα ξενοδοχεία παραθερισμού, κλασικού τύπου, αναπτύσσονται αναλυτικά στον πίνακα των επόμενων σελίδων ενώ τέλος αναφέρονται και οι βάσεις κάθε κατηγορίας.

**Α. ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ****ΞΕΝ/ΧΕΙΟ ΠΑΡΑΘΕΡΙΣΜΟΥ**  
Περιοχή II των Τεχν. Προδ/φων**ΒΑΘΜΟΛΟΓΟΥΜΕΝΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ**

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	5*	4*	3*	2*	ΜΟΡΙΑ
----------	----	----	----	----	-------

**1. ΚΤΙΡΙΟ**

1. Χώρος Α' βοηθειών + εξοπλισμός	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180
2. Χώρος στάθμευσης για το 25% των δωμ. κλειστός ή ανοικτός, εντός του κτιρίου ή σε απόσταση μέχρι 200 μ.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	130
3. Χώρος στάθμευσης τουρ. λεωφορείων	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	90
4. Χώρος στάσης τουρ. λεωφορείων	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
5. Προσπέλαση των ΑΜΕΑ στους κοινόχρηστους χώρους του ξενοδοχείου*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180
6. Διαμόρφωση δωματίων για ΑΜΕΑ με βάση τις ισχύουσες Τεχν. Πρ/φές** (υπολογίζεται μόνο αν έχει εξασφαλιστεί το σημείο 5)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180

\* Ξενοδοχεία που στεγάζονται σε διατηρητέα κτίρια και τα οποία δεν έχουν λάβει Ειδικό Σήμα Λειτουργίας από τον ΕΟΤ βάσει του Π.Δ. 33/79, λαμβάνουν επιπλέον 300 μόρια.

\*\* Για τα ξενοδοχεία που κτίστηκαν πριν από την εφαρμογή των Τεχν. Πρ/φών του ΦΕΚ 557Β/1987

**2. ΥΠΟΔΟΧΗ**

1. Υπηρεσία μεταφοράς αποσκευών από την είσοδο στα δωμάτια			ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
2. Βεστιάριο				ΝΑΙ	40
3. Θυρίδες φύλαξης τιμαλφών για το 100% των δωματίων*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
4. Εφαρμογή νέων τεχνολογιών (π.χ. Η/Υ, προγράμματα κρατήσεων, κίνησης πελατών, έκδοσης τιμολογίων κλπ)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100

\* Θυρίδες στη ρεσεψιόν ή ατομικά χρηματοκιβώτια στα δωμάτια

**3. ΔΩΜΑΤΙΟ**

1. Εμβαδόν δωματίου μεγαλύτερο κατά 20% και διαμόρφωση καθιστικού					
α. Για το 30% των δωματίων*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	215
β. Για το 60% των δωματίων*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	290
γ. Για το 100% των δωματίων*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	360
2. Ανθοδοχεία			ΝΑΙ	ΝΑΙ	25
3. Τηλεόραση στα δωμάτια				ΝΑΙ	70
α. Στο 50% των δωματίων				ΝΑΙ	140
β. Στο 100% των δωματίων			ΝΑΙ	ΝΑΙ	140
4. Δορυφορική τηλεόραση	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
5. Interactive TV	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
6. Video - Pay TV	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
7. Συσσκευή FAX ή δυνατότητα χρήσης e-mail στα δωμάτια					
α. Στο 50% των δωματίων τουλάχισ.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	70
β. Στο 100% των δωματίων	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	140



8. Μίνι bar ή ψυγείο στα δωμάτια (με παγοκύστη) α. Στο 30% των δωματίων τουλάχιστον β. Στο 100% των δωματίων			ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	160
9. Μηχανή για τσάι, καφέ + υλικά	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
10. Σιδερώστρα παντελονιών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	50
11. Σάκκος ρούχων για καθαριστήριο	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
12. Απαραίτητα για ράφιμο			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
13. Φάκελλος αλληλογραφίας			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
14. Βερνίκι υποδημάτων			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
15. Κόκκαλο υποδημάτων		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
16. Αυτόνομη ρύθμιση θερμοκρασίας δωματίου			ΝΑΙ	ΝΑΙ	100

\* Στα ποσοστά αυτά περιλαμβάνονται και οι σουίτες

#### 4. ΛΟΥΤΡΟ

1. Τηλεφωνική συσκευή στο λουτρό	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	50
2. Μηχανή για ζέσταμα πετσετών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30
3. Ζυγαριά	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30
4. Αντιολισθητική μπανιέρα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	160
5. Μπουρνούζι λουτρού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30
6. Στεγνωτήρας μαλλιών				ΝΑΙ	30
7. Καλύμματα κεφαλής μπάνιου			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
8. Βαμβάκι			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
9. Ξυραφάκια μίας χρήσεως	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
10. Μπατονέτες για τα αυτιά			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
11. Λοσιόν ή γαλάκτωμα σώματος, χεριών		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
12. Κρέμα μαλλιών (conditioner)			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
13. Λίμα νυχιών		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
14. Σαμπουάν			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
15. Σακκούλες υγιεινής			ΝΑΙ	ΝΑΙ	15
16. Πετσέτα θαλάσσης	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30

#### 5. ΧΩΡΟΙ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ - ΕΚΔΗΛΩΣΕΩΝ

1. Αίθουσα συσκέψεων από 20 ως 50μ <sup>2</sup> *	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180
2. Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων πλήρως εξοπλισμένη ** α. Από 50 ως 100 μ <sup>2</sup> β. Από 101 ως 250 μ <sup>2</sup> γ. Από 251 ως 500 μ <sup>2</sup> δ. Από 501 μ <sup>2</sup> και άνω					
	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	200
	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	250
	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	300
	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	350

\* Κάθε αίθουσα βαθμολογείται χωριστά.

\*\* Στα ξενοδ. 5\* βαθμολογούνται οι, επιπλέον της υποχρεωτικής, αίθουσες

#### 6. ΕΣΤΙΑΣΗ

1. Πετσέτες υφασμ. σε όλα τα γεύματα			ΝΑΙ	ΝΑΙ	35
2. Επιφάνεια βασικού εστιατορίου προσαυξημένη κατά 30% σε σχέση με τις προδιαγραφές, με ανάλογη προσαύξ. κουζίνας και βοηθητικών χώρων	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	290
3. Θεματικό εστιατόριο ή εστιατόριο αλά καρτ, πέραν του υποχρεωτικού (για περισσότερα του ενός, καθένα βαθμολογείται χωριστά)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	430
4. Σύνθεση πρωϊνού*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	240

5. Διάρκεια πρωινού άνω των 3 ωρών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	95
6. Διάρκεια γεύματος άνω των 3 ωρών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	95
7. R.S. για το πρωινό			ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
8. R.S. 24 ώρες για σάντουιτς και σνακς			ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
9. R.S. 24 ώρες για πλήρες γεύμα		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	170
10. Επιλογή μενού από 3 διαφορετικά κύρια πιάτα, ορεκτικά, επιδόρπια		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
11. Μενού για χορτοφάγους	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
12. Διαιτητικό μενού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
13. Εξοπλισμός εστίασης παιδιών			ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
14. BAR επιπλέον του υποχρεωτικού, καφενείο, σνακ μπαρ κλπ.**	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	290
15. Early breakfast service			ΝΑΙ	ΝΑΙ	95
16. Παροχή γεύματος σε θερμομονωμένη συσκευασία για πελάτες που θα γευματίσουν εκτός ξενοδοχείου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	50

\* Ελάχιστη σύνθεση πρωινού : καφές (φίλτρου, στιγμιαίο, ελληνικό), τσάι, γάλα, σοκολάτα, 2 είδη φρέσκου ψωμιού, φρυγανιές, κέικ,βούτυρο, μαργαρίνη, 2 είδη μαρμαλάδας, μέλι, τυρί, 4 είδη προϊόντων κρέατος, αυγά (ζεστά/κρύα), γιαούρτι, μουςλι, κομπόστα, δημητριακά, φρέσκα φρούτα

\*\* Το καθένα βαθμολογείται χωριστά.

#### 7. ΔΙΑΣΚΕΔΑΣΗ - ΑΘΛΗΣΗ - ΑΝΑΨΥΧΗ

1. Αίθουσα ψυχαγωγίας - παιχνιδιών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	260
2. Πισίνα ανοικτή*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	360
3. Πισίνα ανοικτή θερμαινόμενη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	395
4. Πισίνα κλειστή*	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	505
5. Πισίνα κλειστή θερμαινόμενη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	540
6. Παιδική πισίνα			ΝΑΙ	ΝΑΙ	290
7. Ιδιωτική πισίνα στα δωμάτια **	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
8. Νεροτσουλήθρα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
9. Αναγνώστηριο - βιβλιοθήκη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	240
10. Σάουνα		N<300	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180
11. Κέντρο αναζωογόνησης με τουλάχιστον έξι (6) από τις πιο κάτω υπηρεσίες*** : Steam Bath, Solarium, Jacuzzi Υδρομασάζ, Μασάζ, Mud bath, Shiatsu Iontophoresis, Body analysis, Reflexology, φυσιοθεραπεία ή Κέντρο ομορφιάς (Salon de beaute) με τουλάχιστον εξη (6) από τις πιο κάτω υπηρεσίες*** : Face cleaning, Face and Body Masks, Hydration, Body Peeling, Face Peeling, Manicure, Pedicure, Make up, Leg Wax	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	360
12. Πλήρες Γυμναστήριο με τα εξής όργανα τουλάχιστον : Step Machine, Διάδρομος (ηλεκτρον.) Ποδήλατα (ηλεκτρον.), Κωπηλατοεργόμετρο (ηλεκτρον. αεροϋδραυλικό), Πάγκοι, Αιτήρες		N<300	ΝΑΙ	ΝΑΙ	240
13. Ειδική αίθουσα τηλεόρασης	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	190
14. Παιδική χαρά			ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
15.Υπαίθριο θέατρο ή κινηματογράφος***	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	215
16. Γήπεδο μπάσκετ ****	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
17. Γήπεδο βόλεϊ ****	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120

18. Γήπεδο τένις ****	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	180
19. Νυκτερινός φωτισμός γηπέδου	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
20. Μίνι γκολφ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
21. Μαθήματα για διάφορα σπορ από ειδικευμένους εκπαιδευτές	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
22. Διοργάνωση πολιτιστικών - ψυχαγωγικών δραστηριοτήτων από ειδικευμένο προσωπικό (animateurs)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	145
23. Night - club / Discotheque / Piano bar	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	240

\* Στα ξενίχεία 5\* και 4\*, εφόσον διαθέτουν δύο πισίνες (ανοικτή και κλειστή), βαθμολογείται μόνο η μία, διότι η άλλη είναι υποχρεωτική.

\*\* Κάθεμία βαθμολογείται χωριστά.

\*\*\* Το καθεμία βαθμολογείται χωριστά.

\*\*\*\* Βαθμολογούνται τα πέραν των υποχρεωτικών από τις Τεχν. Προδίδες γήπεδα, ανοικτά ή κλειστά

## 8. ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ \*

1. Γραφείο ενοικιάσεως αυτοκινήτων **	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150
2. Κατάστημα εφημερίδων-περιοδικών ή/και καπνοπωλείο ή/και φωτογραφικά είδη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150
3. Κουρείο-κομμωτήριο	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150
4. Τουριστικά είδη-αναμνηστικά	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150
5. Κοσμήματα ή/και ενδύματα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150

\* Κάθε κατάστημα βαθμολογείται χωριστά. Γίνονται δεκτά και άλλα καταστήματα, συνολική με τη λειτουργία του ξενοδοχείου, με την προϋπόθεση ότι θα έχουν εγκριθεί από τον ΕΟΤ στη φάση έγκρισης των αρχιτεκτονικών σχεδίων. Επιπλέον βαθμολογούμενα καταστήματα το πολύ έως τέσσερα (4).

\*\* Με Ειδικό Σήμα λειτουργίας από τον ΕΟΤ

## 9. ΠΥΡΑΣΦΑΛΕΙΑ - ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΠΕΛΑΤΩΝ & ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ

1. Πόρτες δωματίων με μάτι	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
2. Σύστημα αναζήτησης-ειδοπ. Πελατών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
3. Οπτικοί συναγερμοί για κωφούς	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
4. Ακαυτες χειρολαβές & κλειδαριές θυρ.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
5. Ανιχνευτές καπνού στα δωμάτια	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
6. Κλειδαριές στα παράθυρα	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
7. 24ωρη προστασία (security)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
8. Έλεγχος χώρου στάθμευσης	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	100
9. Έλεγχος με video στους κοινόχρ. χώρ.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
10. Έλεγχος με video στους διαδρόμους	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
11. Έλεγχος με video στην είσοδο	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
12. Ηλεκτρονικά κλειδιά δωματίων	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120

## 10. ΑΛΛΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ

1. Μεγάλο φαρμακείο	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
2. Check out από την τηλεόραση	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
3. Μηνύματα από την τηλεόραση	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
4. Speaker phone	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
5. Voice mail	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
6. Σύνδεση με διαδίκτυο	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
7. Σύνδεση data port	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	60
8. Μίνι λεωφορείο με οδηγό για δωρεάν μεταφορά πελατών και αποσκευών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120
9. Φύλαξη παιδιών (baby sitting)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
10. Καθάρισμα-πλύσιμο-σιδερωμα ρούχων εντός ή εκτός του ξενοδοχείου			ΝΑΙ	ΝΑΙ	80

11. Ιδιωτική ασφάλεια πελατών	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
12. Γιατρός για ξενοδοχεία με πάνω από 50 εργαζόμενους	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	80
13. Παγομηχανή στους ορόφους ή στις πτέρυγες των δωματίων		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	40
14. Στρώσιμο κρεβατιών και το απόγευμα			ΝΑΙ	ΝΑΙ	40

### 11. ΕΙΔΙΚΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

1. Πιστοποίηση ενεργειακής διαχείρισης από αρμόδιο φορέα π.χ. ΚΑΠΕ ή μέσω αναγνωρισμένου διεθνούς συστήματος (π.χ. ISO)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	200
2. Πιστοποίηση οικολογικής διαχείρισης (ομοίως με ενεργειακή διαχείριση)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	200
3. Πιστοποίηση ποιότητας παρεχόμενων υπηρεσιών μέσω αναγνωρισμένου διεθνούς συστήματος (π.χ. ISO)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	200

### 12. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

1. Πλήρης εκσυγχρονισμός κτιρίου και εξοπλισμού *					
α. Εντός της τελευταίας 2ετίας					
α1. Ανω του 1,5 εκατ. δρχ ανά κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	780
α2. Από 0,5 ως 1,5 εκ. δρχ/κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	680
β. Εντός της τελευταίας 4ετίας					
β1. Ανω του 1,5 εκατ. δρχ ανά κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	680
β2. Από 0,5 ως 1,5 εκ. δρχ/κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	600
γ. Εντός της τελευταίας 7ετίας					
γ1. Ανω του 1,5 εκατ. δρχ ανά κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	600
γ2. Από 0,5 ως 1,5 εκ. δρχ/κλίνη	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ**	ΝΑΙ**	520
2. Αποθήκευση και διαχείριση απορριμάτων (π.χ. ψυγείο αποθήκευσης)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	120

\* Ο πλήρης εκσυγχρονισμός αποδεικνύεται είτε με την υπαγωγή στο Ν. 2601/98 είτε με παραστατικά ανάλογων δαπανών που τηρούνται στα αρχεία της επιχείρησης.

\*\* Η μοριοδότηση του πλήρους εκσυγχρονισμού προσαυξάνεται, για τα ξενοδοχεία 3 και 2 αστέρων, με συντελεστή 1,2.

### 13. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ

1. Χρήση βομβητών (beepers) ειδοποίησης προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30
2. Συμμετοχή του 10% τουλάχιστον του προσωπικού σε ετήσιο επιμορφωτικό πρόγραμμα (με σχετική πιστοποίηση)	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	240
3. Χορήγηση εγχειριδίου λειτουργίας του ξενοδοχείου στο προσωπικό.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	30
4. Αποδεδειγμένη γνώση ξένης γλώσσας*					
α. Για το 50% του προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	160
β. Για το 40% του προσωπικού		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	110
γ. Για το 30% του προσωπικού			ΝΑΙ	ΝΑΙ	70

5. Απόφοιτοι Τουριστικών σχολών α. Το 50% του προσωπικού β. Το 40% του προσωπικού γ. Το 30% του προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	280
		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	220
			ΝΑΙ	ΝΑΙ	160
6. Αναλογία απασχολουμένων ως προς τον αριθμό των δωματίων (για ξενοδοχείο σε πλήρη λειτουργία) : α. Τουλάχιστον ένας (μία) / 4 δωμ. β. Τουλάχιστον ένας (μία) / 6 δωμ. γ. Τουλάχιστον ένας (μία) / 8 δωμ. δ. Τουλάχιστον ένας (μία) / 10 δωμ.	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	160
		ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	110
			ΝΑΙ	ΝΑΙ	70
				ΝΑΙ	50
7. Απόφοιτοι Γ'βάθμιας εκπαίδευσης σε ποσοστό τουλάχιστον 5% του συνόλου του προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150
8. Αποδεδειγμένη γνώση εφαρμογής νέων τεχνολογιών (Η/Υ) σε ποσοστό τουλάχιστ. 5% του συνόλου του προσωπικού	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	ΝΑΙ	150

\* Από τις διαδεδομένες ευρωπαϊκές γλώσσες. Τα ποσοστά υπολογίζονται επί του προσωπικού που έρχεται σε άμεση επαφή με τους πελάτες του ξενοδοχείου (υπάλληλοι υποδοχής, σερβιτόροι κλπ)

#### Γενικές διευκρινίσεις

1. ΝΑΙ σημαίνει ότι το κριτήριο είναι βαθμολογούμενο για τη συγκεκριμένη κατηγορία ανεξαρτήτως δυναμικότητας.
2. Ν<300 σημαίνει ότι το κριτήριο είναι βαθμολογούμενο για δυναμικότητα κάτω των 300 κλινών και υποχρεωτικό για δυναμικότητα άνω των 300 κλινών.
3. Απουσία των συμβόλων ΝΑΙ & ΝΑΙ<300 σημαίνει : α) ότι το κριτήριο είναι υποχρεωτικό ανεξαρτήτως δυναμικότητας, για όλες τις κατηγορίες κριτηρίων πλην της κατηγορίας αριθμ. 13 - ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ, ή β) ότι δεν επιτρέπεται από τις Τεχν. Προδ/φές και κατά συνέπεια δεν βαθμολογείται
4. Τα βαθμολογούμενα κριτήρια πρέπει να εξασφαλίζονται για το σύνολο των δωματίων εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στους ανωτέρω πίνακες

Εικ.5.2: Βαθμολογούμενα κριτήρια ξενοδοχείου κλασσικού τύπου Περιοχής II

Από τα βαθμολογούμενα κριτήρια που έχουν οριστεί μπορούμε να ξεχωρίσουμε πέρα από τα εκείνα που έχουν να κάνουν με ανέσεις και πολυτέλεια, την σημασία που δίνεται στην πιστοποίηση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών, καθώς και στην πιστοποίηση οικολογικής και ενεργειακής διαχείρισης, ενώ σημασία δίνεται επίσης στην εκπαίδευση και κατάρτιση του προσωπικού. Αναμένεται μάλιστα τα επόμενα χρόνια να αυξηθεί κι άλλο η έμφαση που θα δίνεται στην πιστοποιημένη παροχή «πράσινων» υπηρεσιών αλλά και τα κίνητρα για δημιουργία «πράσινων» ξενοδοχείων ή την μετατροπή παλαιότερων σε τέτοια. Για τα ξενοδοχεία κλασσικού τύπου που ανήκουν στην Περιοχή II οι βάσεις ανά κατηγορία αστερών διαμορφώνονται ως εξής:

Κατηγορία:	5*	4*	3*	2*
Βαθμολογική βάση:	7100	5700	4200	2800

Εικ. 3 Βάσεις βαθμολόγησης για κατάταξη ξενοδοχείων κλασσικού τύπου περιοχής II

### 5.1.2 Η σχέση των χώρων

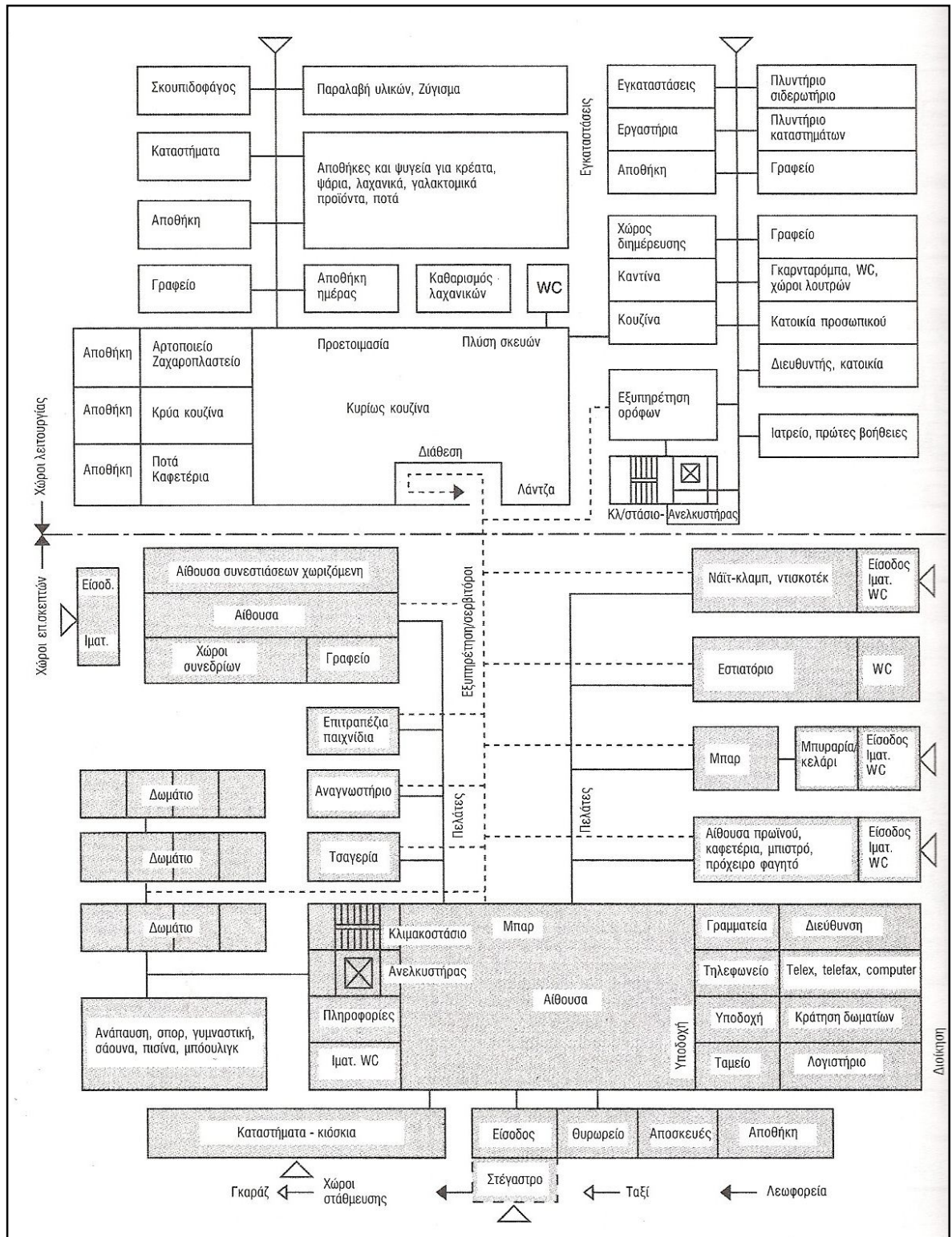
Προκειμένου να πετύχουμε το σχεδιασμό της ξενοδοχειακής μονάδας που θα έχει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα είναι απαραίτητο να γίνει μια λεπτομερής ανάλυση των σχέσεων των χώρων. Η μελλοντική κατασκευή πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στις απαιτήσεις του συγκεκριμένου τύπου ξενοδοχείου λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους. Για παράδειγμα οι αρχιτεκτονικές απαιτήσεις θα διέφεραν σημαντικά αν επρόκειτο για ξενοδοχείο τύπου motel ή αν δεν γινόταν λόγος για ξενοδοχείο παραθερισμού παρά προοριζόταν για συνεχή λειτουργία καθ όλη τη διάρκεια του έτους. Βέβαια σε πολλά σημεία οδηγό για την αρχιτεκτονική σύνθεση αποτελεί ο καταμερισμός των χώρων όπως αυτός γίνεται στην ανάλυση των προδιαγραφών. Η ομαδοποίηση αυτή διευκολύνει σημαντικά τη σύνθεση και στη βάση αυτή μπορούμε να αναπτύξουμε βήμα - βήμα την κατασκευή. Ξεκινώντας λοιπόν τη συσχέτιση των χώρων οι βασικοί άξονες πάνω στους οποίους κινούμαστε είναι:

- Οι τεχνικές προδιαγραφές και οι απαιτήσεις σε χώρους
- Η λειτουργία του ξενοδοχείου ως παραθεριστικό
- Ο ενεργειακός σχεδιασμός
- Η μέθοδος προκατασκευής με διπλά τοιχώματα

Το ξενοδοχείο πρέπει να είναι λειτουργικό και άνετο τόσο για τους πελάτες του όσο και για το προσωπικό που θα εργάζεται σε αυτό και θα προσφέρει τις υπηρεσίες του. Με βάση αυτή τη λογική γίνεται κατά Neufert μια πρώτη διάκριση μεταξύ των χώρων των επισκεπτών και των χώρων λειτουργίας. Σε αυτό το διάγραμμα που παρουσιάζεται στην επόμενη σελίδα ο Neufert δείχνει αναλυτικά όλους τους πιθανούς χώρους στο ισόγειο ενός ξενοδοχείου, πως αυτοί συνδέονται μεταξύ τους άμεσα ή έμμεσα καθώς και τις απαιτούμενες διαδρομές για τους πελάτες και το προσωπικό. Βλέπουμε για παράδειγμα πως όλοι οι χώροι πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους και να υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης σε όλους με κέντρο την αίθουσα υποδοχής. Από την άλλη κάποιοι χώροι όπως οι αίθουσα συνεδριάσεων, το μπαρ ή η ντισκοτέκ, η αίθουσα πρωινού, η καφετέρια πρέπει να έχουν και ξεχωριστή είσοδο καθώς και τουαλέτες. Επίσης στους χώρους λειτουργίας πρέπει να υπάρχει σαφής διαχωρισμός μεταξύ κουζίνας-αποθηκών και μεταξύ βοηθητικών χώρων και χώρων προσωπικού, με πρόβλεψη και εδώ ξεχωριστής εισόδου/εξόδου. Φυσικά τα υπνοδωμάτια διατάσσονται ξεχωριστά με δυνατότητα εύκολης πρόσβασης στην



αίθουσα υποδοχής και στις αίθουσες ανάπαυσης, γυμναστηρίου, σάουνας και στην πισίνα. Αυτό το γενικό πλάνο έχει φυσικά εφαρμογή σε όλους τους τύπους και τα μεγέθη ξενοδοχείων κάνοντας διακριτές τις σχέσεις των χώρων και των λειτουργιών μεταξύ τους, διευκολύνοντας κατά μεγάλο βαθμό τον σχεδιαστή ειδικά όταν οι απαιτήσεις και η πολυπλοκότητα του έργου αυξάνουν.



Εικ. 5.14: Διάγραμμα σχέσης χώρων στο ισόγειο ενός ξενοδοχείου [26]

Στην δική μας περίπτωση οι χώροι που πρέπει να δημιουργηθούν ομαδοποιούνται σε:

- χώροι εισόδου
- χώροι υποδοχής
- χώροι εστίασης
- υπνοδωμάτια
- πισίνα
- συγκρότημα βοηθητικών χώρων
- συγκρότημα χώρων προσωπικού
- χώρος στάθμευσης

Οι χώροι αυτοί μπορούν να διαταχθούν και σε ξεχωριστά συγκροτήματα, κάτι το οποίο είναι και το συνηθέστερο στα ξενοδοχεία παραθερισμού όπου οι εξωτερικές μετακινήσεις δεν περιορίζονται από τις καιρικές συνθήκες τις περιόδου λειτουργίας της μονάδας. Υποθέτουμε πως για το συγκεκριμένο μοντέλο που θα σχεδιάσουμε και με το οποίο θα πειραματιστούμε δεν έχουμε περιορισμούς χωρικούς ή τοπογραφικούς και το σχήμα και οι διαστάσεις του γηπέδου είναι τέτοια που να επιτρέπουν την σχετική ελευθερία στον σχεδιασμό για ένα μικρού μεγέθους, μεσαίας κατηγορίας ξενοδοχείο.

Στους χώρους της εισόδου περιλαμβάνονται η reception, το γραφείο, το βεστιάριο και τα W.C. των πελατών καθώς και ο χώρος αναμονής, ο οποίος από άποψη εμβαδού ανήκει κανονικά στους χώρους υποδοχής, πρέπει όμως να βρίσκεται κοντά στη reception. Από την άλλη οι χώροι υποδοχής που διατάσσονται υποχρεωτικά και κλειστό αλλά και σε ημιυπαίθριο χώρο, στεγάζουν το bar, το σαλόνι και το χώρο τηλεόρασης. Η ενοποίηση των δύο αυτών χώρων είναι ιδιαίτερα πρακτική και εργονομική καθώς εύκολα διαμορφώνεται ο χώρος της αναμονής στο lobby ενώ επίσης η τουαλέτες εξυπηρετούν και το σαλόνι. Είναι ευνόητο πως η διάταξη σε κοινή αίθουσα σαλονιού, bar και χώρου τηλεόρασης οδηγεί στην άμεση εξυπηρέτηση των χώρων ανάπαυσης από το bar. Οι δύο ενοποιημένοι χώροι θα έχουν φυσικά ξεχωριστές εισόδους/εξόδους.

Η εστίαση περιλαμβάνει την αίθουσα απλών γευμάτων και εστιατορίου, όπως και τις τουαλέτες, και θα πρέπει να βρίσκεται σε άμεση επαφή με τα μαγειρεία, τα οποία με τη σειρά τους απαιτείται να επικοινωνούν με τις αποθήκες τους. Η ξεχωριστή εξωτερική πρόσβαση σε μαγειρεία και αποθήκες μαγειρείων εννοείται. Η



διαστάσεις και η διάταξη των μαγειρείων πρέπει να είναι τέτοια που να ευνοεί την άνετη εργασία του προσωπικού της κουζίνας και την γρήγορη προσπέλαση από τους σερβιτόρους. Επιπλέον το σχήμα των αποθηκών θα πρέπει να εξυπηρετεί την εκφόρτωση και αποθήκευση των προϊόντων και να είναι τέτοιο που να επιτρέπει τον σωστό διαχωρισμό τους. Επιλέγεται η αίθουσες εστίασης να διαταχθούν εκτός από κλειστό και σε ημιυπαίθριο χώρο αποτελώντας ένα ξεχωριστό συγκρότημα.

Τα υπνοδωμάτια υπολογίζονται ώστε αθροιστικά να αριθμούν 100 κλίνες. Μετά από τις απαιτούμενες δοκιμές και σύμφωνα με τους περιορισμούς των προδιαγραφών καταλήγουμε σε ένα σύνολο 45 υπνοδωματίων. Αναλυτικά έχουμε 29 δίκλινα, 10 τρίκλινα σε ποσοστό 22,22% επί του συνόλου των δωματίων, 2 σουίτες με διαστάσεις όσο δύο δίκλινα μαζί και τέλος 4 δωμάτια κατάλληλα διαμορφωμένα για ΑΜΕΑ. Ο υπολογισμός έγινε με τα ειδικά δωμάτια να προβλέπονται δίκλινα - με τις απαραίτητες φυσικά διαμορφώσεις στους χώρους κυρίως του λουτρού - και με τις σουίτες επίσης δύο ατόμων. Προκειμένου να έχουμε πιο άνετα υπνοδωμάτια, μεγαλύτερη ευκολία στο σχεδιασμό που να καλύπτει όλους τους τύπους δωματίων και τυποποίηση - επαναληπτικότητα διαστάσεων και μορφών για τα διπλά τοιχώματα σκυροδέματος επιλέγεται ένας τυπικό δωμάτιο διαστάσεων 4,10μ x 6,00μ με εμβαδό 24,6μ<sup>2</sup>. Οι διαστάσεις αυτές υπερκαλύπτουν τις ελάχιστες του κανονισμού και τα υπνοδωμάτια είναι ευρύχωρα με άνετα λουτρά. Τα δωμάτια κατανέμονται σε συγκροτήματα δύο ορόφων με 6 δωμάτια σε κάθε όροφο. Συνολικά δηλαδή κάθε συγκρότημα έχει 12 υπνοδωμάτια και για να καλυφθεί ο αριθμός των 45 υπνοδωματίων απαιτούνται 4 τέτοια συγκροτήματα. Σε όλα τα δωμάτια υπάρχει βεράντα και αυτά που βρίσκονται σε όροφο διαθέτουν εξώστη 1.30μ. Η πρόσβαση στον όροφο γίνεται μέσω εξωτερικής κλίμακας πλάτους 1,30μ. Οι χώροι κάτω από τις κλίμακες μπορεί να διαμορφωθούν σε βοηθητικούς χώρους ορόφου εξασφαλίζοντας έτσι λειτουργικότητα και πρακτικότητα σε κάθε συγκρότημα υπνοδωματίων.

Ο χώρος της πισίνας συνήθως τοποθετείται σε κεντρικό σημείο στα ξενοδοχεία παραθερισμού αποτελώντας κατά κάποιο τρόπο το σημείο αναφοράς τους. Κάτι τέτοιο είναι λογικό να συμβαίνει ειδικά σε περιπτώσεις σαν αυτή που εξετάζουμε, όπου τα υπνοδωμάτια κατανέμονται σε συγκροτήματα από τα οποία η πισίνα πρέπει να απέχει τουλάχιστον 20μ. Επιλέγουμε να ακολουθήσουμε αυτήν την τακτική τοποθετώντας μάλιστα την πισίνα ανάμεσα στους χώρους υποδοχής και

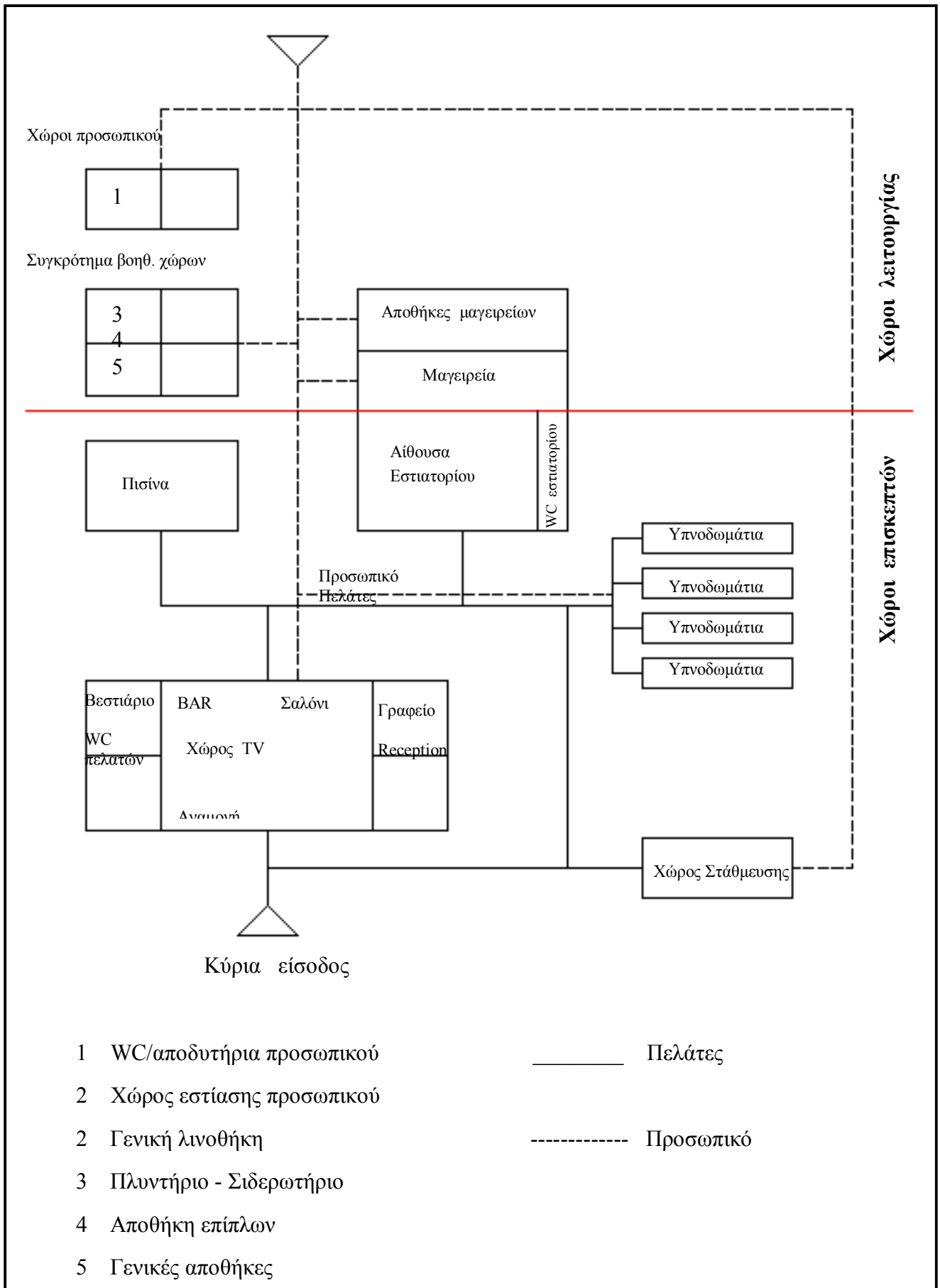
εστίασης. Κατά αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ένα αποτέλεσμα αισθητικά ωραίο, πρακτικό και εργονομικό ενώ οι συγκεκριμένοι χώροι που βρίσκονται σε άμεση γειτονία με την πισίνα επωφελούνται σημαντικά από τον εξατμιστικό δροσισμό που προσφέρει.

Το συγκρότημα των βοηθητικών χώρων που περιλαμβάνει την αποθήκη επίπλων, τις γενικές αποθήκες και τη γενική λινοθήκη, την εγκατάσταση κλιματισμού, το πλυντήριο και το σιδερωτήριο και την γενική λινοθήκη σχεδιάζεται ενιαίο και επιλέγεται θέση κοντινή με τις αποθήκες του μαγειρείου με τρόπο που αν είναι δυνατόν να μην επιτρέπει την άμεση οπτική επαφή από το χώρο της πισίνας και του εστιατορίου. Η φύτευση είναι η καταλληλότερη επιλογή για τη δημιουργία τέτοιου συνόρου.

Με το ίδιο σκεπτικό και με την απαίτηση να βρίσκεται κοντά στα μαγειρεία σχεδιάζεται ο χώρος για το προσωπικό που περιλαμβάνει τα W.C., τα αποδυτήρια και το εστιατόριο.

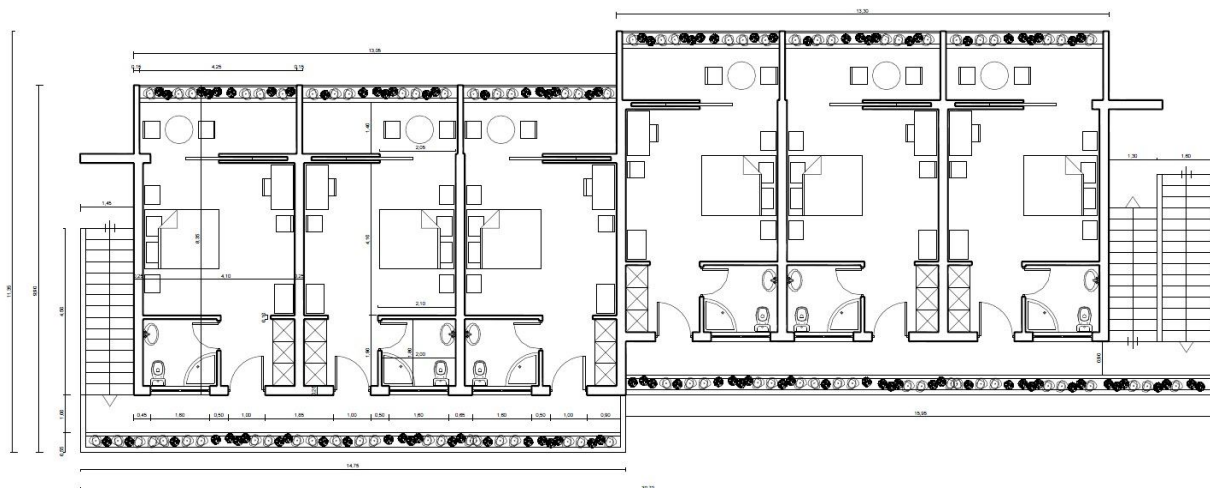
Ο χώρος στάθμευσης σχεδιάζεται σε τέτοια θέση, κοντινή στο χώρο εισόδου και με οπτική επαφή. Είναι απαραίτητο είτε από το χώρο στάθμευσης είτε από κάποιο άλλο σημείο να προβλεφθεί μικρός δρόμος, για τη διέλευση οχημάτων τροφοδοσίας ή άλλου τύπου, ο οποίος θα οδηγεί στους βοηθητικούς χώρους του ξενοδοχείου.

Το γενικό διάγραμμα σχέσεων χώρων που είναι σε αντιστοιχία με τα παραπάνω και τα απεικονίζει γραφικά είναι το εξής:



Το διάγραμμα σχέσεων χώρων μας βοηθάει κυρίως στο να χωροθετήσουμε τα επιμέρους κτήρια και χώρους, αφού μας δείχνει ακριβώς τις διαδρομές που πρέπει να υπάρχουν μεταξύ αυτών. Πρόκειται για ξενοδοχείο παραθερισμού με συγκροτήματα δωματίων και κτηρίων και έτσι είναι απαραίτητο να σχεδιαστούν διαδρομές από και προς αυτά που να εξυπηρετούν κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα από τα υπνοδωμάτια και το χώρο στάθμευσης πρέπει να υπάρχει άμεση πρόσβαση στους χώρους εστιατορίου και πισίνας χωρίς να απαιτείται η διέλευση από το lobby ή κάποια κεντρική αίθουσα. Όλες αυτές οι διαδρομές και παράμετροι απεικονίζονται καθαρά στο διάγραμμα σχέσεων χώρων από το οποίο εξαρτάται η τελική σύνθεση και το αποτέλεσμα της. Φαίνονται ακόμη πιο ξεκάθαρα οι χώροι που βρίσκονται σε άμεση επαφή και έχουν κάποια εξάρτηση, ενώ διαχωρίζοντας τους χώρους πελατών και επισκεπτών επισημαίνεται η πρόβλεψη για τη δημιουργία κάποιου τεχνητού ή φυσικού ορίου ανάμεσα τους.

Τα σχέδια βρίσκονται αναλυτικά στο τέλος του τεύχους, ενδεικτικά παρουσιάζεται εδώ η κάτοψη του πρώτου ορόφου του κτηρίου των δωματίων, που είναι και το κτήριο το οποίο μελετάται ενεργειακά στη συνέχεια.



Εικ. 5.6: κάτοψη Α' ορόφου κτηρίου δωματίων

## 5.2 Προκατασκευή

Αφού μελετήθηκαν όλες οι μέθοδοι και οι τεχνικές προκατασκευής που εφαρμόζονται στην Ελλάδα, επιλέχθηκε ως καταλληλότερη αυτή των διπλών τοιχίων (πανέλα) κυρίως λόγω της πλήρους ελευθερίας που προσφέρει στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό. Αρίστη ποιότητα κατασκευής, μικρός χρόνος περάτωσης, οικονομία (έως και 30% έναντι της συμβατικής) [103], είναι μερικά μόνο από τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η τεχνική αυτή.

Η κατασκευή μας απαρτίζεται από επιμέρους οριζόντια και κατακόρυφα επίπεδα στοιχεία (πλάκες και τοιχία). Ο διπλός τοίχος (πανέλο / πέτασμα) παράγεται στο εργοστάσιο από δύο τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος υψηλής αντοχής (C30/37) τα οποία συνδέονται εγκάρσιως μεταξύ τους με ανοιχτούς συνδέσμους που τοποθετούνται σε κατάλληλες μεταξύ τους αποστάσεις. Στο εργοτάξιο, το κενό μεταξύ των δύο αυτών τοίχων πληρώνεται με χυτό σκυρόδεμα, αφού έχει τοποθετηθεί και ο απαιτούμενος πρόσθετος οπλισμός. Η διαμόρφωση των οριζόντιων στοιχείων έχει ως εξής: στο εργοστάσιο παράγεται η πρόπλακα, πάχους 5-7εκ. με εγκατεστημένους ανοιχτούς συνδέσμους, ενώ στο σώμα της πρόπλακας είναι τοποθετημένος ο κύριος οπλισμός, που έχει προκύψει από τη στατική μελέτη. Στο εργοτάξιο, συμπληρώνεται το συνολικό πάχος της πλάκας με επιτόπου χυτό σκυρόδεμα. Τα προκατασκευασμένα αυτά στοιχεία μεταφέρονται στον τόπο του έργου όπου και συντίθενται. Τα διπλά τοιχία συναρμολογούνται στο εργοτάξιο το ένα δίπλα ή πάνω στο άλλο, και επ' αυτών τοποθετούνται οι πρόπλακες. Στη συνέχεια γίνεται η επιτόπου πρόσθετη όπλιση, όπου απαιτείται και εκχύνεται επιτόπου σκυρόδεμα, στο κενό μεταξύ των διπλών τοιχίων και επί των πλακών, δημιουργώντας έτσι μία μονολιθική κατασκευή.

## 5.3 Επιλογές υλικών

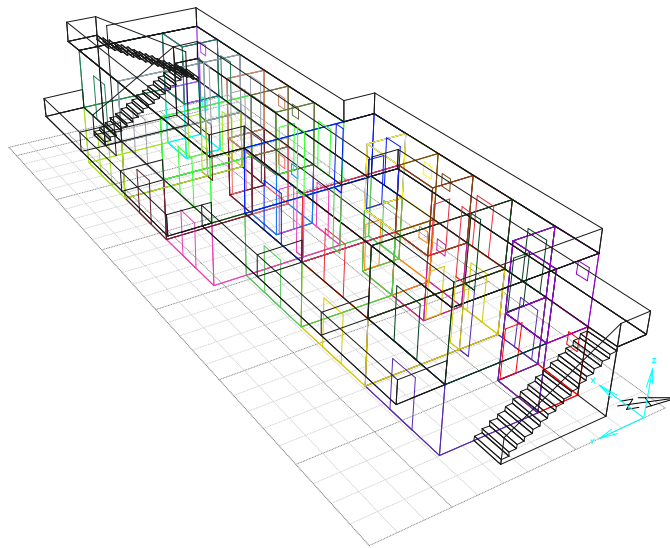
Με βάση την έρευνα που διεξάχθηκε σχετικά με τα δομικά υλικά που υπάρχουν στην Ελληνική αγορά, επιλέχθηκαν τα, κατά την άποψη μας, καταλληλότερα για το εν λόγω κτήριο. Βασικό κριτήριο για την επιλογή των υλικών, πέρα από την αποδοτικότητά τους, ήταν η επίδρασή τους στο περιβάλλον και η συμπεριφορά τους προς το χρήστη. Έγινε προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν όσο το δυνατόν πιο

οικολογικά δομικά υλικά, που να προέρχονται, ει δυνατόν, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να είναι ανακυκλώσιμα, να έχουν μικρή ενσωματωμένη ενέργεια και το ενεργειακό τους αποτύπωμα να είναι σχετικά χαμηλό. Όσον αφορά τα βασικά υλικά της προκατασκευής, οι δυνατότητες επιλογής δυστυχώς δεν είναι πολλές. Χρησιμοποιείται σκυρόδεμα υψηλής αντοχής και χάλυβας οπλισμού. Υπάρχει, όμως, πληθώρα επιλογών όσον αφορά τα δευτερεύοντα υλικά, επιχρίσματα, δάπεδα, μονωτικά υλικά. Ως μονωτικό υλικό επιλέχθηκε ο περλίτης, ο οποίος προέρχεται από μη ανανεώσιμες πηγές που βρίσκονται όμως σε αφθονία στη φύση, μπορεί επίσης να ανακυκλωθεί κατά ένα μέρος και δεν εκλύει τοξικά αέρια τόσο κατά την παραγωγή του όσο και σε περίπτωση πυρκαγιάς. Κατά την παραγωγή του καταναλώνονται 230 kWh/m<sup>3</sup> ενέργεια. Για τα εσωτερικά και εξωτερικά επιχρίσματα θα επιλεγούν υλικά φυσικής προέλευσης, χωρίς χημικές προσμίξεις. Στις εξωτερικές επιφάνειες συγκεκριμένα θα προτιμηθούν ανοιχτά χρώματα υψηλής ανακλαστικότητας, όπως το λευκό, έτσι ώστε να ανακλούν μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τα δάπεδα θα διαμορφωθούν εσωτερικά με την τεχνική των βιομηχανικών δαπέδων και στα κουφώματα θα τοποθετηθεί αλουμίνιο που παρά την υψηλή του ενέργεια παραγωγής συνιστά ένα πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό.

#### **5.4 Επιλογή μέτρων βιοκλιματικού σχεδιασμού**

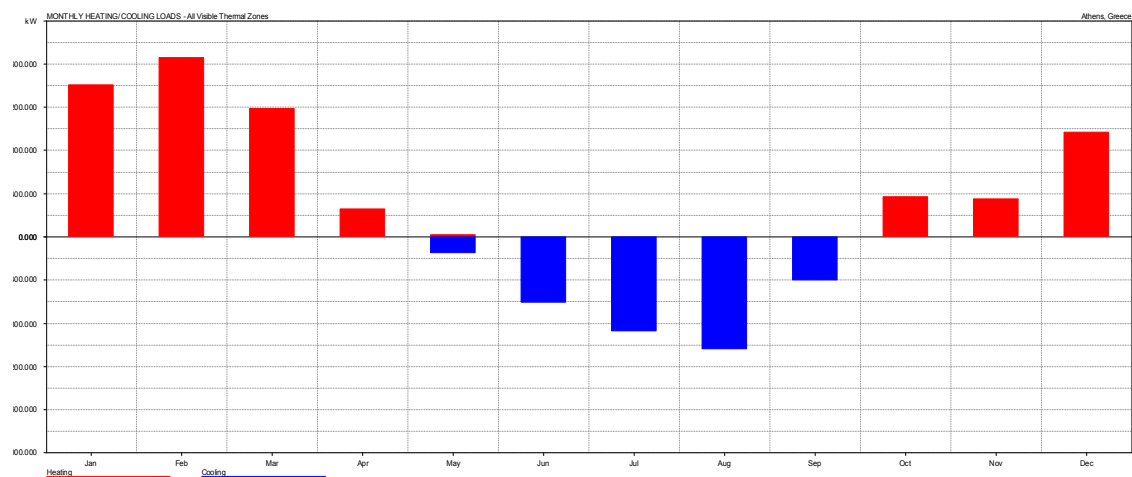
Στο λογισμικό του Ecotect θα μελετηθούν ενεργειακά μόνο τα κτήρια των δωματίων καθότι είναι αυτά που χρησιμοποιούνται στο μέγιστο και ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας. Για την ακρίβεια, επειδή τα τέσσερα κτήρια δωματίων της ξενοδοχειακής μονάδας είναι πανομοιότυπα, θα σχεδιαστεί και θα μελετηθεί ενεργειακά στο Ecotect ένα από τα τέσσερα, και τα συνολικά αποτελέσματα και των τεσσάρων θα παραχθούν στο τέλος.

Το μοντέλο του κτηρίου στο Ecotect, χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες. Για την ακρίβεια το μοντέλο σχεδιάζεται στο πρόγραμμα σταδιακά κατά ζώνες. Στις περισσότερες περιπτώσεις κάθε δωμάτιο ή επιμέρους χώρος αποτελεί ξεχωριστή ζώνη. Στο μοντέλο του δικού μας κτηρίου, του συγκροτήματος των δωματίων, κάθε δωμάτιο αποτελείται από δύο θερμικές ζώνες. Μια θερμική ζώνη το μπάνιο και μία δεύτερη το υπόλοιπο δωμάτιο. Άρα συνολικά το κτήριο διαιρείται σε 24 επιμέρους θερμικές ζώνες.



Εικ. 5.7: Σχεδιασμός μοντέλου στο Ecotect

Η επιλογή των μέτρων των οποίων θα μελετηθούν στο λογισμικό Ecotect Analysis 2010, έγινε με βάση τα μηνιαία θερμικά φορτία που προέκυψαν από την αρχική ανάλυση του κτηρίου στο λογισμικό. Λήφθηκαν βεβαίως υπόψη οι περιορισμοί που υπάρχουν λόγω της προκατασκευής, καθώς επίσης και οι περιορισμένες δυνατότητες του προγράμματος όσον αφορά την εφαρμογή μέτρων. Ένα θερμοσιφωνικό πάνελ, για παράδειγμα, είναι δύσκολο να μελετηθεί.



Εικ. 5.8: Διάγραμμα θερμικής ανάλυσης κτηρίου στην αρχική του κατάσταση

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS			
All Visible Thermal Zones			
Comfort: Zonal Bands			
Max Heating: 18.835 kW at 03:00 on 25th February			
Max Cooling: 19.422 kW at 12:00 on 1st August			
MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	4917.462	0.000	4917.462
Feb	5793.230	0.000	5793.230
Mar	4156.507	0.000	4156.507
Apr	910.594	0.000	910.594
May	62.502	538.584	601.086
Jun	0.000	2127.866	2127.866
Jul	0.000	3069.276	3069.276
Aug	0.000	3643.037	3643.037
Sep	0.000	1411.098	1411.098
Oct	1307.258	6.802	1314.060
Nov	1227.193	0.000	1227.193
Dec	3394.050	0.000	3394.050
TOTAL	21768.797	10796.663	32565.461
PER M <sup>2</sup>	74.992	37.194	112.186

*Εικ. 5.9: Πίνακας αποτελεσμάτων θερμικής ανάλυσης κτηρίου σε αρχική κατάσταση*

Η παραπάνω θερμική ανάλυση της αρχικής κατάστασης του κτηρίου έχει γίνει αφού έχει τοποθετηθεί το κτήριο με τον βέλτιστο προσανατολισμό, ο οποίος υπολογίζεται με τη βοήθεια του Ecotect. Ο κατάλληλος προσανατολισμός του κτηρίου, που εν προκειμένω είναι ο νότιος (-161°), αποτελεί και αυτός μέτρο βιοκλιματικού σχεδιασμού και μάλιστα απ' τα βασικότερα. Όλα τα υπόλοιπα μέτρα που θα μελετηθούν, θα αναλυθούν στο κτήριο με τον βέλτιστο αυτό προσανατολισμό.



Όπως εύκολα παρατηρούμε από την παραπάνω θερμική ανάλυση, στην αρχική κατάσταση του κτηρίου, υπό το βέλτιστο όμως προσανατολισμό, τα θερμικά φορτία θέρμανσης (HEATING LOADS) στο σύνολό τους είναι διπλάσια από τα θερμικά φορτία ψύξης (COOLING LOADS). Συνεπώς, τα μέτρα που θα παρθούν πρέπει να στοχεύουν στη μείωση των φορτίων αυτών αλλά και στη διατήρηση των θερμικών φορτίων ψύξης σε χαμηλό επίπεδο.

## 5.5 Μόνωση κτηριακού κελύφους

Έπειτα από έρευνα που διεξήχθη, σχετικά με τα μονωτικά υλικά που είναι διαθέσιμα στην αγορά, επιλέχθηκε ο περλίτης, ένα υλικό ηφαιστειακής προέλευσης. Αποφεύχθηκε η λύση της εξηλασμένης πολυστερίνης, ένα υλικό που χρησιμοποιείται κατά κόρον στις ελληνικές και ευρωπαϊκές κατασκευές (καλύπτει αθροιστικά περίπου το 85% της συνολικής ζήτησης στην Ευρώπη) [20], καθότι παρά τις εξαιρετικές θερμομονωτικές της ικανότητες, είναι μη ανακυκλώσιμη, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή (υδρογονάνθρακες), δεν επιτρέπει τη διαπνοή του κτηρίου και για την παραγωγή της καταναλώνονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας ( $450\text{kWh/m}^3$  -  $850\text{kWh/m}^3$ ). Επίσης, ευθύνεται για την εκπομπή βενζολίου, στυρενίου και άλλων τοξικών ουσιών, συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και στην καταστροφή του όζοντος (ελευθερώνονται χλωροφθοράνθρακες), επικίνδυνα τοξικά αέρια απελευθερώνονται επίσης και σε περίπτωση πυρκαγιάς. Ο περλίτης, από την άλλη, προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή, αλλά βρίσκεται σε αφθονία στη φύση και είναι εν μέρει ανακυκλώσιμος. Δεν εκλύονται τοξικές ουσίες κατά την παραγωγή ή τη χρήση του, αλλά ούτε σε περίπτωση πυρκαγιάς. Τέλος, για την παραγωγή του απαιτούνται  $230\text{kWh/m}^3$  ενέργειας. Είναι συνεπώς ένα αποδεκτό, από οικολογικής απόψεως, μονωτικό υλικό. Στην επιλογή του περλίτη συνέβαλλε και το γεγονός ότι έχει και ηχομονωτικές ικανότητες, συνεπώς θα χρησιμοποιηθεί ένα υλικό για την κάλυψη και των δύο αυτών απαιτήσεων.

Για να ολοκληρωθεί η μόνωση του κτηριακού κελύφους πρέπει να τοποθετηθεί επίσης υγρομόνωση (όπου είναι απαραίτητη) και διπλοί (ή τριπλοί) υαλοπίνακες στα κουφώματα.

### 5.5.1 Θερμομόνωση

Διαμορφώνονται οι τελικές διατομές των στοιχείων του κτηρίου με βάση πάντα τις απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ. Σαν θερμομονωτικό υλικό έχει επιλεγθεί ο περλίτης και σε αρχικό στάδιο θα μελετηθεί, ως αποτελεσματικότερη– σύμφωνα με τη βιβλιογραφία– η τεχνική της εξωτερικής θερμομόνωσης.

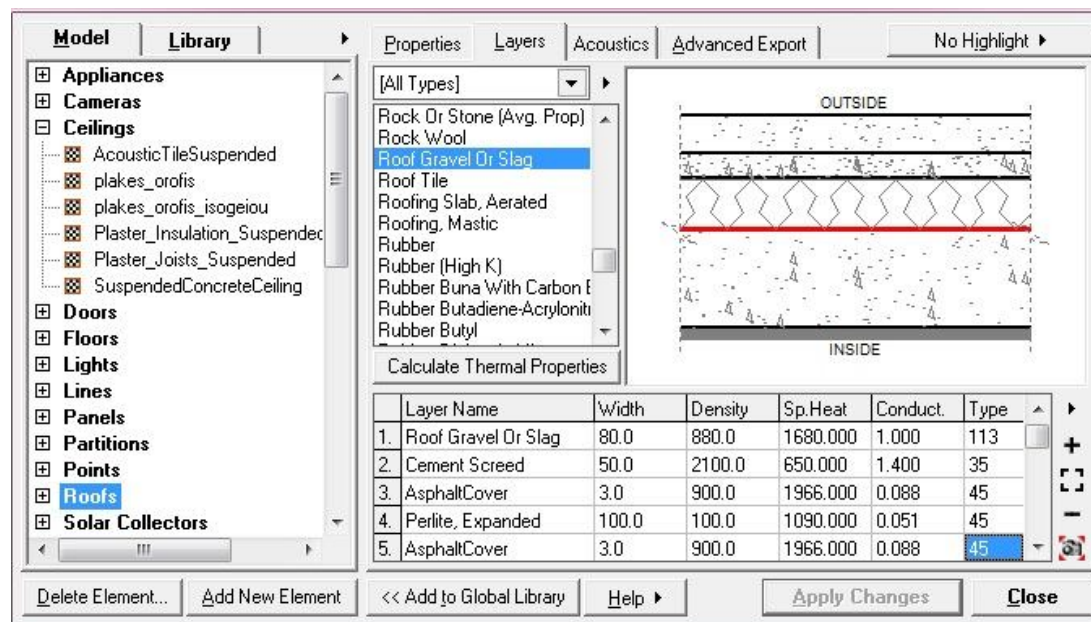
Έχει γίνει η παραδοχή ότι το ξενοδοχείο βρίσκεται στην περιοχή της Αττικής, συνεπώς σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. ανήκει στην κλιματική ζώνη Β. Όπως αναφέρεται και στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι απαιτήσεις των επιμέρους δομικών στοιχείων για την κλιματική ζώνη Β είναι οι εξής:

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Συντελεστής Θερμοπερατότητας [W/ m <sup>2</sup> *K]
Οροφές	0.40
Εξωτερικοί τοίχοι	0.50
Pilotis	0.40
Δάπεδα σε επαφή με έδαφος ή μη θερμαινόμενους χώρους	1.00
Διαχωριστικοί τοίχοι με μη θερμαινόμενους χώρους	1.00
Ανοίγματα	3.00
Γυάλινες προσόψεις μερικώς ή καθόλου ανοιγόμενες	1.80

Εικ. 5.10: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για την κλιματική ζώνη Β.  
[44]

Με βάση τις μέγιστες αυτές τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας διαμορφώθηκαν οι τελικές διατομές των επιμέρους δομικών στοιχείων. Συγκεκριμένα, στις οροφές (διατομή δώματος) για να ικανοποιηθεί η απαίτηση  $k = 0.40 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$  έπρεπε το πάχος της θερμομονωτικής στρώσης από περλίτη να γίνει 10

εκ. επίσης έχει προστεθεί και η απαραίτητη στρώση υγραμόνωσης πάνω και κάτω από την θερμομονωτική στρώση έτσι ώστε να προστατεύεται η κατασκευή αλλά και το θερμομονωτικό υλικό από την υγρασία. Η τελική διατομή όπως διαμορφώθηκε στο Ecotect φαίνεται παρακάτω.



Εικ. 5.11 : διαμόρφωση διατομής δώματος στη βιβλιοθήκη υλικών, [Element Library]

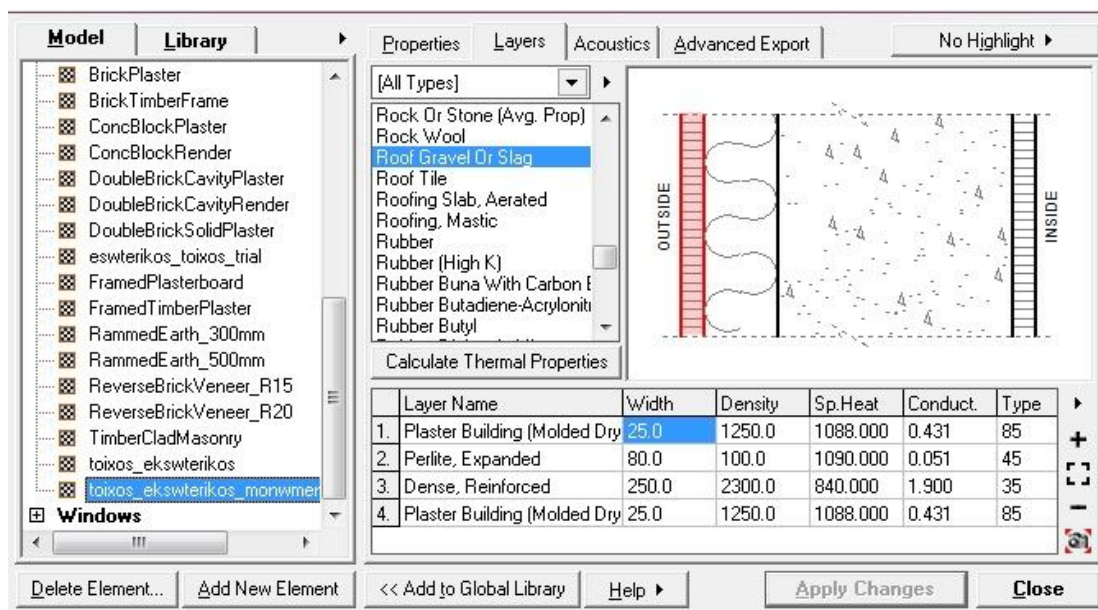
οι στρώσεις από το εξωτερικό προς το εσωτερικό της διατομής είναι οι εξής:

1. βότσαλο, 8.00 εκ.
2. τσιμεντοκονία, 5.00 εκ.
3. υγραμόνωση (ασφαλτόπανο) 0.1 εκ.
- 4.θερμομονωτική στρώση από περλίτη 10.00 εκ.
5. υγραμόνωση (ασφαλτόπανο) 0.1 εκ.
6. πλάκα σκυροδέματος, 20 εκ.
7. σοβάς-επίχρισμα, 2.5 εκ.

Έχει γίνει διαμόρφωση μη βατής στέγης. Ο τελικός συντελεστής θερμοπερατότητας με την παραπάνω διαστρωμάτωση είναι ακριβώς  $0.40 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$ .

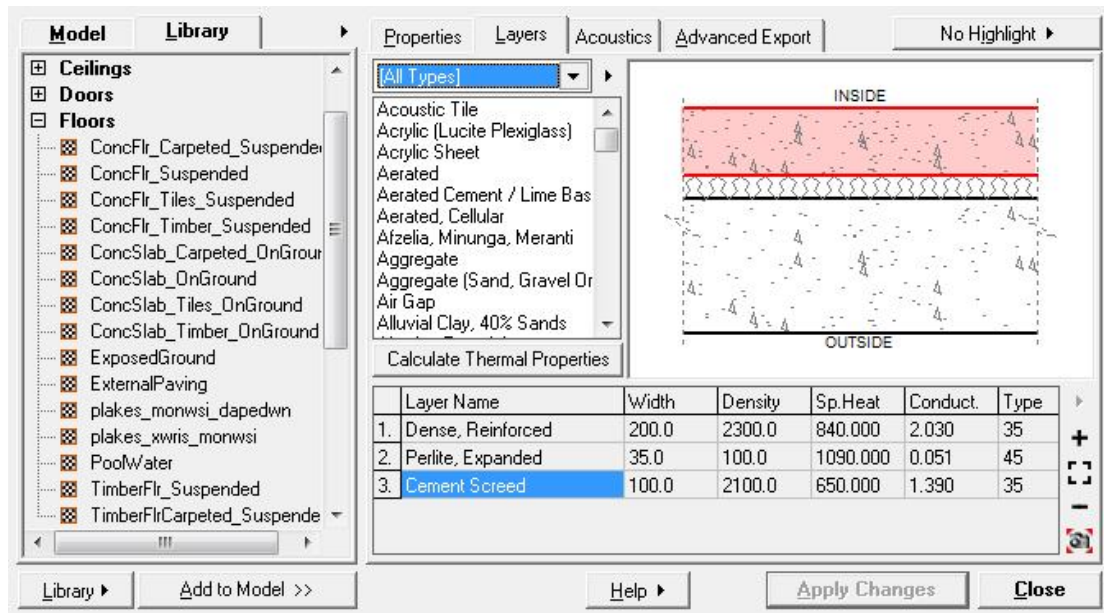
Στις διατομές των εξωτερικών τοίχων, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $0.50 \text{ W/ m}^2 \cdot \text{K}$ , και για να ικανοποιηθεί η απαίτηση αυτή του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. έπρεπε να τοποθετηθεί θερμομονωτική στρώση από περλίτη πάχους 8.00εκ. Η διατομή όπως διαμορφώθηκε στη βιβλιοθήκη του λογισμικού φαίνεται

παρακάτω. Αποτελείται από μία στρώση επιχρίσματος πάχους 2.5εκ. τη θερμομονωτική στρώση περλίτη 8εκ. το διπλό τοίχιο η τελική μορφή του οποίου θα είναι 25 εκ. οπλισμένου σκυροδέματος, και 2.5 εκ. επιχρίσματος.



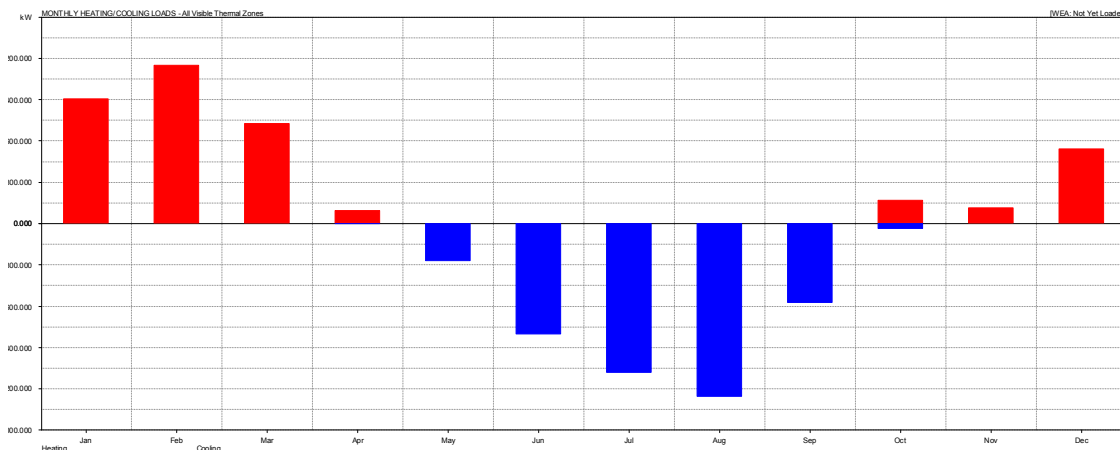
Εικ 5.12: Διαμόρφωση εξωτερικού τοίχου στη βιβλιοθήκη υλικών [Element Library]

Όσον αφορά τα δάπεδα τα οποία είναι σε επαφή με το έδαφος, το όριο του συντελεστή θερμοπερατότητας ανέρχεται στο  $1.00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . απαιτούνται λοιπόν μόλις 3.5 εκ. θερμομόνωσης. Η τελική (εσωτερική) επιφάνεια των δαπέδων θα διαμορφωθεί ως βιομηχανικό δάπεδο. Πάνω από την πλάκα του σκυροδέματος προστίθεται μία τσιμεντοκονία πάχους 10 εκ. η οποία διαμορφώνεται ειδικά για να αποτελέσει μια τελική ομοιόμορφη στρώση.



Εικ. 5.13: Διαμόρφωση διατομή δαπέδων σε επαφή με το έδαφος στη βιβλιοθήκη υλικών [Element Library]

Μικρού πάχους θερμομονωτική στρώση προστέθηκε και στα ενδιάμεσα δάπεδα για ηχομονωτικούς κυρίως λόγους. Οι εσωτερικοί τοίχοι του κτηρίου που βρίσκονται μεταξύ των δωματίων αποτελούνται από το διπλό τοιχίο τελικού πάχους σκυροδέματος 15εκ. μια στρώση περλίτη πάχους 3.5εκ που τοποθετείται για να εξυπηρετήσει ηχομονωτικούς κυρίως σκοπούς. Τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης του λογισμικού φαίνονται παρακάτω. Όπως παρατηρούμε τα θερμικά φορτία στο σύνολο τους έχουν μειωθεί σε σημαντικό βαθμό.



Εικ. 5.14: Διάγραμμα θερμικής ανάλυσης κτηρίου μετά την προσθήκη μόνωσης

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 11.726 kW at 03:00 on 25th February

Max Cooling: 15.848 kW at 12:00 on 1st August

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	2414.674	0.000	2414.674
Feb	3062.066	0.000	3062.066
Mar	1939.158	0.000	1939.158
Apr	249.467	7.947	257.415
May	1.211	724.834	726.045
Jun	0.000	2148.053	2148.053
Jul	0.000	2886.646	2886.646
Aug	0.000	3360.205	3360.205
Sep	0.000	1538.294	1538.294
Oct	448.428	106.462	554.890
Nov	309.112	0.121	309.233
Dec	1445.485	0.000	1445.485
<b>TOTAL</b>	<b>9869.602</b>	<b>10772.562</b>	<b>20642.164</b>
<b>PER M<sup>2</sup></b>	<b>34.000</b>	<b>37.111</b>	<b>71.111</b>

Εικ. 5.15: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης κτηρίου με μόνωση στο Ecotect

<b>Εφαρμογή μέτρου: μόνωση</b>			
	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
κτήριο χωρίς μόνωση	21768,797	10796,663	32565,46
κτήριο με μόνωση	9869,602	10772,562	20642,164
διαφορά	-11899,195	-24,101	-11923,296
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-54,66%</b>	<b>-0,23%</b>	<b>-36,61%</b>

Εικ. 5. 16: Συγκριτικά αποτελέσματα μετά την εφαρμογήθερμομόνωσης στο κτήριο

Όπως φαίνεται και πιο καθαρά στον παραπάνω πίνακα, παρατηρούμε πως τα συνολικά θερμικά φορτία εμφανίζουν μια μείωση που ξεπερνά το 30%. Εντυπωσιακή βελτίωση σημειώνουν τα θερμικά φορτία θέρμανσης, τα οποία μειώνονται στο μισό μετά την προσθήκη θερμομόνωσης. Τα φορτία ψύξης παρόλα αυτά δεν εμφανίζουν κάποια αξιοσημείωτη διαφορά, το γεγονός αυτό πιθανότατα να οφείλεται στην ύπαρξη μεγάλης ποσότητας θερμικής μάζας. Οι διατομές των προκατασκευασμένων τοιχίων που αποτελούν το κτήριο, στην τελική τους μορφή αποτελούνται στο σύνολό τους από οπλισμένο σκυρόδεμα, σε αντίθεση με τις συμβατικές κατασκευές που συνήθως γίνεται χρήση τούβλων. Ως γνωστόν μία από τις βασικές ιδιότητες του σκυροδέματος είναι η αυξημένη θερμοχωρητικότητά του. Σημειώνεται ότι, η θερμοχωρητικότητα σκυροδέματος πάχους 20 ή 25 εκ. είναι  $245 \text{ KJ}/^\circ\text{Cm}^2$  (η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού δεν αυξάνεται επ' άπειρον με την αύξηση του πάχους του), ενώ η αντίστοιχη θερμοχωρητικότητα του τούβλου είναι  $150 \text{ KJ}/^\circ\text{Cm}^2$ . [20]

	χωρίς μόνωση	με μόνωση	μεταβολή	<b>ποσοστιαία μεταβολή</b>
<b>Ιούνιος</b>	2191,806	2148,053	-43,753	-2,00%
<b>Ιούλιος</b>	3196,865	2886,646	-310,219	-9,70%
<b>Αύγουστος</b>	3798,671	3360,205	-438,466	-11,54%

Εικ. 5.17: Φορτία ψύξης τους θερινούς μήνες αιχμής

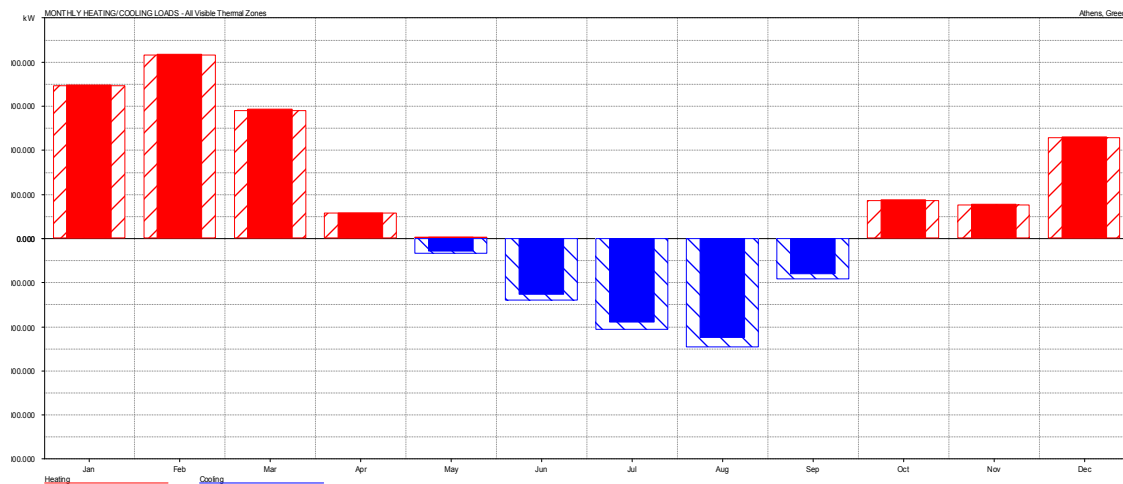
Παρ' όλα αυτά είναι θετικό τουλάχιστον το γεγονός ότι τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, που αναμένεται και η μέγιστη πληρότητα της τουριστικής περιόδου, έχουμε μία μείωση των φορτίων ψύξης. Πιστεύεται, ότι με την ολοκλήρωση της μόνωσης του κτηριακού κελύφους, που θα γίνει με την προσθήκη ενεργειακών υαλοπινάκων, θα μειωθούν τα υπερβολικά ηλιακά κέρδη που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

### **5.5.2 Διπλοί υαλοπίνακες**

Μετά από σύγκριση που έγινε με το λογισμικό του Ecotect δοκιμάζοντας δύο εναλλακτικές λύσεις υαλοπινάκων, τους διπλούς υαλοπίνακες και τους διπλούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e), επιλέχθηκαν, ως αποδοτικότεροι οι δεύτεροι. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα, τοποθετώντας διπλούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπεμψιμότητας έχουμε συγκριτικά καλύτερα θερμικά αποτελέσματα σε σχέση με τους απλούς υαλοπίνακες (διαγραμμισμένη περιοχή διαγράμματος) κατά τη θερινή κυρίως περίοδο, που είναι και το ζητούμενο στην περίπτωση μας.

Οι ενεργειακοί υαλοπίνακες, χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e), αποτελούνται από δύο υαλοπετάσματα. Το εσωτερικό υαλοπέτασμα είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας (clear float), ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί κατά την παραγωγή του μια επίστρωση χαμηλής εκπομπής η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας. Συνεπώς, η μετάδοση της υπέρυθρης ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα περιορίζεται σημαντικά οδηγώντας σε χαμηλότερες θερμικές απώλειες από το εσωτερικό προς το εξωτερικό κατά την χειμερινή περίοδο.





Εικ 5.18: Συγκριτικό διάγραμμα διπλών υαλοπινάκων με διπλούς υαλοπίνακες low-e στο κτήριο

Επισημαίνεται εδώ, ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας των υαλοπινάκων αυτών που υπήρχε ήδη στη βιβλιοθήκη του λογισμικού είχε συντελεστή θερμοπερατότητας  $U = 2.71 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Επειδή όμως το νούμερο αυτό κρίθηκε υψηλό, δημιουργήθηκε νέο στοιχείο (τροποποιώντας τις ιδιότητες του ήδη υπάρχοντος) διπλού υαλοπίνακα low-e σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 20701/2010, δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ( $\epsilon = 0.10$ ),  $U = 1.80 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Φυσικά στο εμπόριο κυκλοφορούν και υαλοπίνακες αυτού του τύπου με χαμηλότερο συντελεστή  $U$  αλλά εν προκειμένω προτιμήθηκε η τιμή αυτή ως αντιπροσωπευτική.

Με την εφαρμογή των διπλών υαλοπινάκων χαμηλής εκπεμπτικότητας (low-e) τα θερμικά φορτία τόσο στο σύνολό τους όσο και επιμέρους (ψύξης και θέρμανσης) μειώνονται αισθητά σε σύγκριση πάντα με την αρχική κατάσταση. Υπενθυμίζεται ότι τα αποτελέσματα αυτά προέρχονται από εφαρμογή του μέτρου στην αρχική κατάσταση του κτηρίου, χωρίς δηλαδή τη μόνωση. Κρίθηκε επίσης αποδοτικότερο από οικονομικής άποψης οι υαλοπίνακες αυτοί να τοποθετηθούν μόνο στα νότια προσανατολισμένα ανοίγματα (μπαλκονόπορτες). Οι υαλοπίνακες των παραθύρων των μάνιων θα παραμείνουν ως έχει καθότι πρώτον, έχουν πολύ μικρή επιφάνεια και δεύτερον βλέπουν προς το βορρά, (δεν αποκομίζουν ηλιακά κέρδη), αλλά εξυπηρετούν σκοπούς φυσικού φωτισμού και αερισμού. Έπειτα από δοκιμή, που έγινε στο λογισμικό, αντικατάστασή τους με low-e, απορρίφθηκε ως ασύμφορη η αλλαγή αυτή λόγω ελάχιστης διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 15.872 kW at 03:00 on 25th February

Max Cooling: 15.669 kW at 13:00 on 1st August

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	4021.259	0.000	4021.259
Feb	4814.217	0.000	4814.217
Mar	3371.428	0.000	3371.428
Apr	685.038	0.000	685.038
May	41.742	382.282	424.024
Jun	0.000	1721.435	1721.435
Jul	0.000	2544.658	2544.658
Aug	0.000	3038.999	3038.999
Sep	0.000	1047.166	1047.166
Oct	1013.794	1.319	1015.112
Nov	894.557	0.000	894.557
Dec	2684.283	0.000	2684.283
TOTAL	17526.318	8735.859	26262.176
PER M <sup>2</sup>	60.377	30.095	90.472

Εικ. 5.19: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης μετά την τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων low-e

<b>Εφαρμογή μέτρου: υαλοπίνακες low-e</b>			
	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
Αρχικό κτήριο (χωρίς μόνωση)	21768,797	10796,663	32565,46
κτήριο με υαλοπίνακες low-e	17526,318	8735,859	26262,177
διαφορά	-4242,479	-2060,804	-6303,283
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-19,49%</b>	<b>-19,09%</b>	<b>-19,36%</b>

Εικ. 5.20: Συγκριτικά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή μέτρου αντικατάστασης υαλοπινάκων

Παρατηρούμε ότι τόσο στα φορτία θέρμανσης (heating loads) όσο και στα ψύξης (cooling loads) παρατηρείται μία μείωση κοντά στο 20%. Αν τώρα οι υαλοπίνακες αυτοί εφαρμοστούν στο κτήριο με τη μόνωση, έχουμε δηλαδή συνδυασμό των δύο πρώτων μέτρων τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης φαίνονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα.

<b>Εφαρμογή μέτρου: μόνωση και low-e</b>			
	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
Αρχικό κτήριο (χωρίς μόνωση)	21768,797	10796,663	32565,46
κτήριο με μόνωση και υαλοπίνακες low-e	6779,313	10153,419	16932,732
διαφορά	-14989,484	-643,244	-15632,728
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-68,86%</b>	<b>-5,96%</b>	<b>-48,00%</b>

Εικ. 5.21: Συγκριτικά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των δύο πρώτων μέτρων μόνωσης κτηριακού κελύφους

Μετά την εφαρμογή των δύο πρώτων μέτρων τα θερμικά φορτία μειώνονται κατά 48% στο σύνολο τους, ενώ τα θερμικά φορτία συγκεκριμένα των χειμερινών μηνών παρουσιάζουν την εντυπωσιακή μείωση κοντά στο 70%. Τα θερμικά φορτία ψύξης παρουσιάζουν μία μικρή μείωση γύρω στο 5%. Το γεγονός αυτό, της μικρής

ποσοστιαίας μείωσης των θερμικών φορτίων ψύξης μετά την επιβολή των μέτρων, ίσως να οφείλεται πέρα από την ύπαρξη μεγάλης ποσότητας θερμικής μάζας στο περίβλημα του κτηρίου, και στα εσωτερικά θερμικά φορτία. Το γεγονός αυτό, μας οδήγησε στο επόμενο μέτρο διαρθρωτικών αλλαγών προς την κατεύθυνση βελτίωσης των συνθηκών αερισμού. Θα μεγαλώσουμε συνεπώς τα ανοίγματα του κτηρίου (μπαλκονόπορτες) και θα τοποθετηθούν φεγγίτες πάνω από τις πόρτες έτσι ώστε μέσω του διαμπερούς αερισμού να αποφορτιστεί το κτήριο από την εσωτερική θερμότητα.

## **5.6 Διαμπερήs αερισμός**

Αποφασίστηκε, αρχικά, να μεγαλώσει το άνοιγμα της μπαλκονόπορτας τόσο για λόγους βελτίωσης του δροσισμού των δωματίων όσο και για αισθητικούς και λειτουργικούς λόγους. Τα ανοίγματα των μπαλκονόπορτων των δωματίων αυξήθηκαν από 1.20μ. σε 1.85μ. Επίσης προστέθηκαν φεγγίτες πάνω από τις πόρτες πλάτους 0.90μ. (όσο και το άνοιγμα της πόρτας) και ύψους 0.25μ. έτσι ώστε να επιτυγχάνεται διαμπερήs αερισμός των δωματίων, και κατ' επέκταση το κτήριο να μπορεί να αποβάλει τη συγκεντρωμένη θερμότητά του. Επίσης για αισθητικούς κυρίως λόγους το παράθυρο του μπάνιου αντικαταστήθηκε με φεγγίτη που θα καλύπτει όλη την πλευρά του τοίχου (αυτή που είναι στην πρόσοψη), δηλαδή θα έχει συνολικό πλάτος 1.60μ. και ύψος 0.25μ.

Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των τριών αυτών διορθωτικών αλλαγών, στην αρχική μορφή του κτηρίου δηλαδή χωρίς μόνωση και ενεργειακούς υαλοπίνακες. Αναμένεται η αποτελεσματικότητα των μέτρων αυτών να είναι μεγαλύτερη όταν συνδυαστούν με τους διπλούς υαλοπίνακες low-e.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 16.353 kW at 03:00 on 25th February

Max Cooling: 18.291 kW at 12:00 on 1st August

	HEATING	COOLING	TOTAL
MONTH	(kWh)	(kWh)	(kWh)
-----	-----	-----	-----
Jan	3599.975	0.000	3599.975
Feb	4348.284	0.000	4348.284
Mar	2939.560	0.000	2939.560
Apr	555.530	0.000	555.530
May	34.631	411.033	445.664
Jun	0.000	1727.707	1727.707
Jul	0.000	2579.396	2579.396
Aug	0.000	3135.803	3135.803
Sep	0.000	1220.589	1220.589
Oct	861.104	4.049	865.153
Nov	737.063	0.000	737.063
Dec	2298.709	0.000	2298.709
-----	-----	-----	-----
TOTAL	15374.856	9078.577	24453.432
-----	-----	-----	-----
PER M <sup>2</sup>	52.966	31.275	84.241

Εικ. 5.22: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης μετά την εφαρμογή μέτρων αερισμού

<b>Εφαρμογή μέτρου: διαμπερής αερισμός</b>			
	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
Αρχικό κτήριο (χωρίς μόνωση)	21768,797	10796,663	32565,46
προσθήκη φεγγίτη+αύξηση ανοιγμάτων	15374,856	9078,577	24453,433
διαφορά	-6393,941	-1718,086	-8112,027
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-29,37%</b>	<b>-15,91%</b>	<b>-24,91%</b>

Εικ. 5.23: Συγκριτικά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή διαμπερή αερισμού

## 5.7 Σκίαση

Τα ανοίγματα της νότιας όψης έχουν μεγαλώσει προκειμένου να αυξηθούν τα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, να βελτιωθούν οι συνθήκες αερισμού το καλοκαίρι, καθώς και να βελτιωθούν οι συνθήκες οπτικής άνεσης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Θα πρέπει όμως να προστατευθούν με κατάλληλη σκίαση έτσι ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα υπερθέρμανσης τους θερινούς μήνες. Το Ecotect προσφέρει στο χρήστη τη δυνατότητα επιτόπου σχεδιασμού και υπολογισμού των ηλιοπροστατευτικών διατάξεων (σκιάστρων) με βάση την ηλιακή τροχιά. Στην περίπτωση μας, όπου θα τοποθετηθεί μόνιμη σκίαση, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή έτσι ώστε να μην εμποδίζονται οι ακτίνες του ηλίου κατά τους χειμερινούς μήνες παρά μόνο τους θερινούς. Το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να επιλέξει τον τύπο των σκιάστρων που επιθυμεί καθώς και την χρονική περίοδο βάσει της οποίας θα σχεδιαστούν τα σκιάστρα. Ύστερα από δοκιμές αποφασίστηκε πως τα σκιάστρα τύπου «solar pergola» αρμόζουν καλύτερα στα κτήρια της ξενοδοχειακής μονάδας. Σκιάστρα απαιτούνται μόνο στα νότια ανοίγματα στους άνω ορόφους των κτηρίων των δωματίων. Στα αντίστοιχα ανοίγματα του ισογείου η σκίαση που δημιουργείται από τον άνωθεν εξώστη εκτιμήθηκε, βάσει των διαγραμμάτων σκίασης που

προσφέρει το λογισμικό, ως επαρκής. Τα αποτελέσματα της θερμικής ανάλυσης του κτηρίου έπειτα από την προσθήκη των σκιάστρων στο αρχικό φαίνονται παρακάτω.

<b>Εφαρμογή μέτρου: σκιάστρα</b>			
	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
Αρχικό κτήριο (χωρίς μόνωση)	21768,797	10796,663	32565,46
προσθήκη σκιάστρων	18560,252	8113,553	26673,805
διαφορά	-3208,545	-2683,11	-5891,655
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-14,74%</b>	<b>-24,85%</b>	<b>-18,09%</b>

*Εικ. 5.24: Συγκριτικά αποτελέσματα μετά την εφαρμογή μέτρων σκίασης*

Όπως παρατηρούμε, και από τον παραπάνω πίνακα η προσθήκη των σκιάστρων έχει θετική επίδραση στο κτήριο, ειδικά όσον αφορά τα φορτία ψύξης τα οποία εμφανίζουν περίπου 25% μείωση.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 16.324 kW at 03:00 on 25th February

Max Cooling: 16.542 kW at 12:00 on 1st August

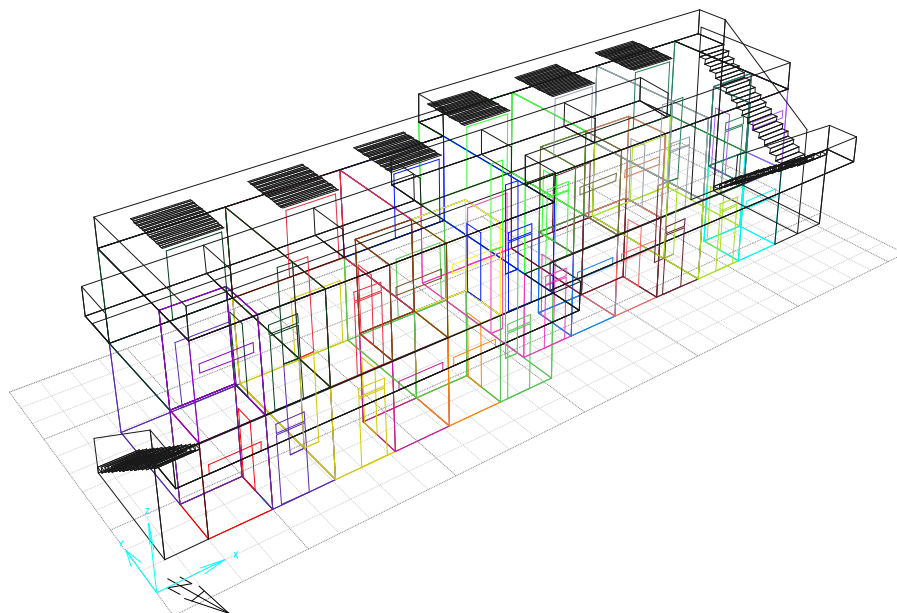
MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	4185.794	0.000	4185.794
Feb	4962.016	0.000	4962.016
Mar	3550.224	0.000	3550.224
Apr	784.406	0.000	784.406
May	53.656	377.535	431.192
Jun	0.000	1559.663	1559.663
Jul	0.000	2323.248	2323.248
Aug	0.000	2790.685	2790.685
Sep	0.000	1061.214	1061.214
Oct	1117.263	1.208	1118.471
Nov	1044.729	0.000	1044.729
Dec	2862.165	0.000	2862.165
<b>TOTAL</b>	<b>18560.252</b>	<b>8113.553</b>	<b>26673.805</b>
<b>PER M<sup>2</sup></b>	<b>63.939</b>	<b>27.951</b>	<b>91.890</b>
<b>Floor Area:</b>	<b>290.280 m<sup>2</sup></b>		

Εικ.5.25: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης μετά την εφαρμογή μέτρων σκίασης



## 5.8 Συνολική εφαρμογή μέτρων

Το μοντέλο του κτηρίου στο λογισμικό του Ecotect στην τελική του μορφή, μετά την εφαρμογή όλων των βελτιωτικών μέτρων, διαμορφώνεται ως εξής:



Εικ. 5.26: τελική μορφή μοντέλου στο Ecotect

Τα αποτελέσματα της εφαρμογής του συνόλου των μέτρων που εξετάστηκαν μέχρι τώρα, φαίνονται στους παρακάτω πίνακες.

Έπειτα από την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων του βιοκλιματικού σχεδιασμού, παρατηρείται λοιπόν μία μείωση του συνόλου των θερμικών φορτίων της τάξης του 30%. Επισημαίνεται, ότι τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται σε ένα από τα τέσσερα όμοια κτήρια δωματίων που διαθέτει η ξενοδοχειακή μονάδα. Άρα, τα οφέλη που αποκομίζουμε με την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε απόλυτους αριθμούς για το σύνολο της μονάδας είναι τετραπλάσια, εξοικονομούνται δηλαδή **43318,264 kWh**.

MONTHLY HEATING/COOLING LOADS

All Visible Thermal Zones

Comfort: Zonal Bands

Max Heating: 14.030 kW at 03:00 on 25th February

Max Cooling: 15.437 kW at 13:00 on 1st August

MONTH	HEATING (kWh)	COOLING (kWh)	TOTAL (kWh)
Jan	3050.333	0.000	3050.333
Feb	3757.485	0.000	3757.485
Mar	2500.875	0.000	2500.875
Apr	335.854	0.666	336.520
May	11.808	409.494	421.303
Jun	0.000	1821.664	1821.664
Jul	0.000	2642.123	2642.123
Aug	0.000	3174.674	3174.674
Sep	0.000	1147.061	1147.061
Oct	631.391	11.219	642.611
Nov	416.385	0.000	416.385
Dec	1824.862	0.000	1824.862
TOTAL	12528.993	9206.901	21735.895
PER M <sup>2</sup>	43.162	31.717	74.879

Εικ. 5.27: Αποτελέσματα θερμικής ανάλυσης κτηρίου στην τελική του μορφή

	Θερμικά φορτία θέρμανσης	Θερμικά φορτία ψύξης	Συνολικά θερμικά φορτία
αρχικό	21768,797	10796,663	32565,460
τελικό	12528,993	9206,901	21735,894
διαφορά	-9239,804	-1589,762	-10829,566
<b>Ποσοστιαία μεταβολή</b>	<b>-42,45%</b>	<b>-14,73%</b>	<b>-33,25%</b>

Εικ. 5.28: Σύγκριση αποτελεσμάτων αρχικής και τελικής κατάστασης κτηρίου

	αρχικό	τελικό	μεταβολή	ποσοστιαία μεταβολή
ιούνιος	2191,806	1821,664	-370,142	<b>-16,89%</b>
ιούλιος	3196,865	2642,123	-554,742	<b>-17,35%</b>
αυγουστος	3798,671	3174,674	-623,997	<b>-16,43%</b>

Εικ. 5.29: Σύγκριση αποτελεσμάτων αρχικής και τελικής κατάστασης του κτηρίου για φορτία ψύξης τους μήνες αιχμής

Παρατηρούμε επίσης, ότι κατά τους θερινούς μήνες αιχμής τα φορτία ψύξης τα οποία γενικά μας προβληματίσαν καθότι δεν σημείωσαν αισθητή μείωση με την εφαρμογή των μέτρων, παρουσιάζουν μεγαλύτερη από το μέσο όρο ποσοστιαία μείωση, γεγονός αρκετά θετικό καθώς αναμένεται να έχουμε και τη μεγαλύτερη ζήτηση τους μήνες αυτούς.

## 5.9 Κεντρικό Θερμικό Ηλιακό Σύστημα

Ένα μεγάλο ποσοστό της ενέργειας που καταναλώνεται στα ξενοδοχεία οφείλεται στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX). Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκε και διαστασιολογήθηκε ένα μικρής κλίμακας πεδίο ηλιακών συστημάτων, που θα εξασφαλίζει ZNX για τις λειτουργίες του ξενοδοχείου καθώς και θέρμανση του νερού της πισίνας έτσι ώστε να επεκτείνεται η κολυμβητική περίοδος.

Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήθηκαν σε πρώτο στάδιο προσεγγιστικές μέθοδοι διαστασιολόγησης και στη συνέχεια έγινε χρήση του λογισμικού, του κέντρου φυσικών πόρων του Καναδά, RETScreen. Το Λογισμικό Ανάλυσης Έργων

Καθαρής Ενέργειας RETScreen (RETScreen Clean Energy Project Analysis Software), είναι ένα μοναδικό εργαλείο λήψης αποφάσεων που δημιουργήθηκε με την συμβολή μεγάλου αριθμού ειδικών από την κυβέρνηση, την βιομηχανία και την εκπαίδευση. Το λογισμικό, το οποίο παρέχεται δωρεάν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για να αποτιμήσει την ενεργειακή παραγωγή και εξοικονόμηση, το κόστος κύκλου ζωής, τη μείωση εκπομπών, τα οικονομικά και την ανασφάλεια των διαφόρων τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Το λογισμικό περιλαμβάνει επίσης βάσεις δεδομένων με προϊόντα, κόστος και κλιματολογικά δεδομένα - και ένα αναλυτικό εγχειρίδιο χρήστη. Είναι αρκετά αξιόπιστο, ειδικά στη φάση προμελέτης και χρησιμοποιείται διεθνώς.

### 5.9.1 Θέρμανση νερού πισίνας

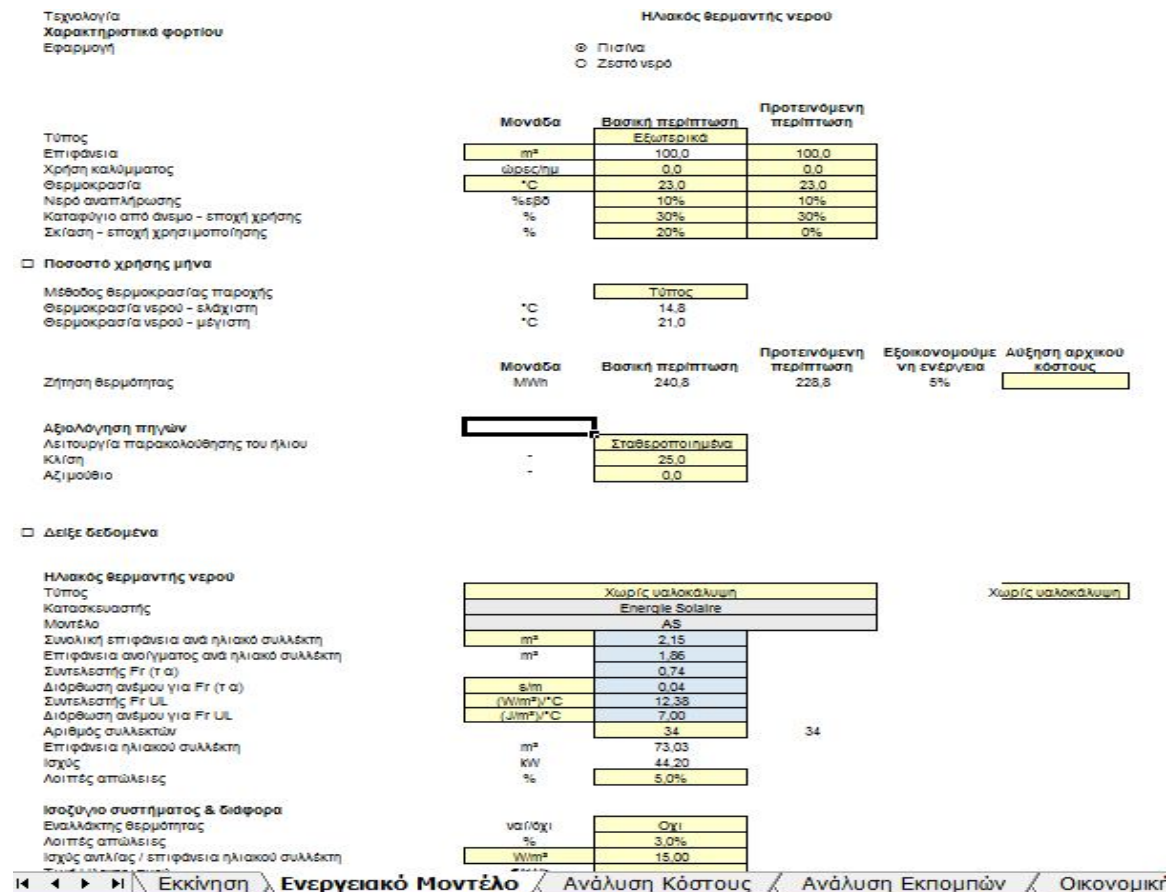
#### ο Προσεγγιστική μέθοδος

Θα τοποθετηθούν συλλέκτες για την θέρμανση της πισίνας του ξενοδοχείου με σκοπό να επεκταθεί η κολυμβητική περίοδος από Απρίλιο έως Οκτώβριο. Οι διαστάσεις ενός ΘΗΣ για κολυμβητικές δεξαμενές, εξαρτώνται από την επιθυμητή θερμοκρασία του νερού, τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, το χρώμα επένδυσης και τις διαστάσεις της υπό θέρμανση πισίνας. Όσο μεγαλώνει το βάθος αυξάνεται η θερμοχωρητικότητα της πισίνας και συνεπώς μειώνονται οι απαιτούμενες διαστάσεις του συστήματος. Επίσης, όσο μεγαλώνει η επιφάνεια της κολυμβητικής δεξαμενής αυξάνονται οι απώλειες θερμότητας και άρα απαιτούνται μεγαλύτερες διαστάσεις ΘΗΣ.

Το εμβαδόν της επιφάνειας της πισίνας του ξενοδοχείου είναι  $100\text{m}^2$ , και η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού είναι  $23\text{-}26\text{ }^\circ\text{C}$ . Ως τύπος συλλεκτών επιλέχθηκαν οι συλλέκτες χωρίς κάλυμμα λόγω χαμηλότερου κόστους και κατ' επέκταση μικρότερου χρόνου απόσβεσης. Για την θέρμανση του νερού της πισίνας, η επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι περίπου 0.8 φορές την επιφάνεια της πισίνας. Άρα εν προκειμένω, απαιτούνται  $0.8 \cdot 100 = 80\text{m}^2$  συλλεκτών χωρίς κάλυμμα για την θέρμανση της πισίνας.

### ο Λογισμικό RETScreen

Με τη χρήση του λογισμικού RETScreen, έγιναν δύο ξεχωριστές αναλύσεις για τον υπολογισμό των συλλεκτών, μία για την ανώτερη επιθυμητή θερμοκρασία (26°C) και μία για την κατώτερη (23°C). Επιλέχθηκε τυχαία μία κατασκευάστρια εταιρία συλλεκτών έτσι ώστε να έχουμε ρεαλιστικά αποτελέσματα. Για τους 26°C, το λογισμικό μας υπολογίζει ότι απαιτούνται 46 συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 98.81μ<sup>2</sup>. Το μέγιστο εμβαδόν που δύναται να έχουν οι συλλέκτες με βάση το λογισμικό αυτό είναι ίσο με το εμβαδόν της πισίνας, δηλαδή στην περίπτωσή μας 100μ<sup>2</sup>. Συνεπώς, τα 98.81μ<sup>2</sup> είναι ένα αρκετά υψηλό νούμερο. Για τη χαμηλότερη θερμοκρασία νερού, των 23°C, υπολογίζεται ότι απαιτούνται 34 συλλέκτες συνολικού εμβαδού 73.03μ<sup>2</sup> (Εικ. 5.29). Θα πάρουμε μία μέση τιμή συλλεκτών των δύο ακραίων αυτών περιπτώσεων απαιτούμενου αριθμού συλλεκτών. Άρα τελικά θα τοποθετηθούν 40 συλλέκτες χωρίς κάλυμμα, οι οποίοι έχουν συνολικό εμβαδό 85.92μ<sup>2</sup>. Παρατηρούμε ότι η απόκλιση της προσεγγιστικής μεθόδου είναι αρκετά μικρή ειδικά με βάση την απλότητά της.



Εικ. 5.30: Διαστασιολόγηση ΘΗΣ στο RETScreen πίνακας για τους 23 °C

## 5.9.2 Παραγωγή Ζ.Ν.Χ.

### ο Προσεγγιστική μέθοδος

Οι διαστάσεις ενός ΘΗΣ για ζεστό νερό χρήσης εξαρτώνται από την ηλιοφάνεια της περιοχής και την ποσότητα του ΖΝΧ που καταναλώνεται στο κτήριο. Κατά προσέγγιση απαιτείται 1μ<sup>2</sup> συλλέκτη ανά 100lt ΖΝΧ και για την δεξαμενή 40-60lt ανά μ<sup>2</sup> συλλέκτη. Για τις κατοικίες η ημερήσια κατανάλωση ΖΝΧ εκτιμάται στα 60lt/άτομο για τα ξενοδοχεία δεν υπάρχει αντίστοιχη εκτίμηση συνεπώς θα γίνει μία προσεγγιστική υπόθεση. Με βάση την απαιτούμενη ποσότητα ανά χρήστη για τις κατοικίες, και τη συνήθη συμπεριφορά των χρηστών των ξενοδοχείων να καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από ότι στην κατοικία τους έγινε η παραδοχή ότι απαιτούνται καθημερινά 80lt/άτομο. Διασταυρώθηκε με υπαρκτά παραδείγματα ΘΗΣ ξενοδοχειακών μονάδων ότι η εκτίμηση αυτή είναι αρκετά λογική και αντιπροσωπευτική. [100] Άρα η συνολική ανάγκη της μονάδας ανέρχεται

στα 8000lt ZNX/ημέρα (100κλινες\*80lt/άτομο). Το ΘΗΣ θα διαστασιολογηθεί έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες των δωματίων για το 70% της πληρότητάς του, δηλαδή  $70\%*80\text{lt}/\text{άτομο}=5600\text{lt}$  ημερησίως. Θα τοποθετηθούν επίπεδοι συλλέκτες συνολικού εμβαδού  $56\mu^2$ . Η απαιτούμενη χωρητικότητα της δεξαμενής αποθήκευσης του νερού είναι περίπου 40-60 lt ανά  $\mu^2$  συλλέκτη. Άρα  $56\mu^2*60\text{lt}=3360 \approx 3500\text{lt}$ .

#### ο **Λογισμικό RETScreen**

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι παρόμοια με αυτή που ακολουθείται για τους συλλέκτες για τη θέρμανση του νερού της πισίνας. Για να αποφευχθεί η άσκοπη υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος η διαστασιολόγηση έγινε για το 70% της πληρότητας της ξενοδοχειακής μονάδας. Ως δεδομένα, στο λογισμικό εισέρχονται ο τύπος χρήσης του ΘΗΣ (ξενοδοχείο/μοτέλ), ο αριθμός των χρηστών (100), οι ημέρες λειτουργίας την εβδομάδα (7), η επιθυμητή θερμοκρασία του νερού ( $60^\circ\text{C}$ ), και το ποσοστό των συνολικών αναγκών που θέλουμε να καλύψουμε με το ΘΗΣ (70%). Επιλέχθηκαν, επίσης ως καταλληλότεροι οι επιφανειακοί συλλέκτες διαφανούς καλύμματος. Στο λογισμικό πρέπει επίσης να εισαχθούν από το χρήστη ο προσανατολισμός (νότιος) και η κλίση των συλλεκτών ( $25^\circ$ ). Ο νότιος προσανατολισμός είναι ο βέλτιστος για όλη την διάρκεια του χρόνου ενώ η κλίση των  $25^\circ$  αποτελεί ιδανική επιλογή για να έχουμε τη βέλτιστη απόδοση των συλλεκτών κατά τη θερινή περίοδο.

Η ημερήσια κατανάλωση ZNX υπολογίζεται από το λογισμικό, για το 70% της πληρότητας του ξενοδοχείου, στα 5306lt/ημ. (χαμηλότερη σε σχέση με τη δική μας εκτίμηση). Υπάρχει, όμως, η δυνατότητα αλλαγής της τιμής αυτής, αν ο χρήστης διαθέτει πιο αξιόπιστα δεδομένα (όπως υπάρχοντες λογαριασμούς νερού). Εν προκειμένω, ελλείπει άλλων δεδομένων διατηρήθηκε η τιμή αυτή, η οποία δεν παρουσιάζει άλλωστε μεγάλη απόκλιση από τη δική μας υπόθεση. Στη συνέχεια, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει –μέσα από μια βάση δεδομένων προϊόντων που διαθέτει το πρόγραμμα– το μοντέλο του συλλέκτη που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει, εναλλακτικά μπορεί να εισάγει μόνος του, εάν γνωρίζει, τις επιμέρους παραμέτρους που χαρακτηρίζουν το συλλέκτη, όπως είναι οι διαστάσεις του (συνολικό εμβαδό και καθαρό εμβαδό συλλέκτη). Επιλέξαμε ένα μοντέλο συλλέκτη που να παρουσιάζει κάποια μέσα χαρακτηριστικά, σε σχέση με το σύνολο των διαθέσιμων μοντέλων στη

βάση δεδομένων. Αφού εισάγονται όλες οι απαραίτητες παράμετροι, υπολογίζεται ο απαραίτητος αριθμός συλλεκτών (32) συνολικού εμβαδού 68.74 μ<sup>2</sup> (μεγαλύτερη τιμή συνολικού εμβαδού σε σχέση με την προσεγγιστική εκτίμηση που έγινε προηγουμένως παρά την μικρότερη ημερήσια κατανάλωση ZNX).

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού διαστασιολογείται επίσης από το λογισμικό, βάσει του αριθμού συλλεκτών και τη χωρητικότητα της δεξαμενής σε λίτρα ανά συλλέκτη. Αυτή η παράμετρος είναι μια τιμή που πρέπει να δοθεί από τον χρήστη. Με βάση το βοηθητικό εγχειρίδιο του προγράμματος, η τιμή αυτή κυμαίνεται από τα 35-100lt/συλλέκτη, με μία τυπική τιμή γύρω στα 75 lt/συλλέκτη. Συνεπώς η τιμή που χρησιμοποιήθηκε είναι μέσα στα όρια αυτά, αλλά ίσως συνιστά μια μετριοπαθή εκτίμηση. Εδώ, θα επιλέξουμε την τυπική –σύμφωνα με το RETScreen– τιμή των 75 lt/συλλέκτη, και η συνολική χωρητικότητα της δεξαμενής υπολογίζεται στα 4456,8lt≈4500lt (1000lt παραπάνω απ’ ότι πριν).

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Έργο παραγωγής θερμότητας

Εργο παραγωγής θερμότητας

Τεχνολογία  
Χαρακτηριστικά φορτίου  
Εφαρμογή

Ηλιακός θερμαντής νερού  
 Πισίνα  
 Ζεστό νερό

Μονάδα Βασική περίπτωση Προτεινόμενη περίπτωση

Τύπος φορτίου Ξενοδοχείο/Μοτέλ

Αριθμός μονάδων Μονάδα 100

Ποσοστό κατοίκησης % 70%

Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση L/ημ 5,308

Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού L/ημ 5,600

Θερμοκρασία °C 60

Ωρες λειτουργίας ανά εβδομάδα ημ 7

Ποσοστό χρήσης μήνα

Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής Τύπος

Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη °C 14,8

Θερμοκρασία νερού - μέγιστη °C 21,0

Ζήτηση θερμότητας Μονάδα ΜWh Βασική περίπτωση 100,9 Προτεινόμενη περίπτωση 95,6 Εξοικονομούμενη ενέργεια 5%

Αξιολόγηση πηγών

Λειτουργία παρακολούθησης του ήλιου Κλίση Σταθεροποιημένα

Αζιμούθιο 0,0

Δείξε δεδομένα

Ηλιακός θερμαντής νερού

Τύπος Χωρίς υαλοκαλύψη

Κατασκευαστής Energie Solaire

Μοντέλο AS

Συνολική επιφάνεια ανά ηλιακό συλλέκτη m<sup>2</sup> 2,15

Επιφάνεια ανοίγματος ανά ηλιακό συλλέκτη m<sup>2</sup> 1,88

Εκκίνηση Ενεργειακό Μοντέλο Εργαλεία

Εικ. 5.31: Διαστασιολόγηση συστήματος για ZNX [RETScreen]

Θα κρατήσουμε τα αποτελέσματα του RETScreen, ως πιο αξιόπιστα καθότι βασίζονται σε περισσότερα δεδομένα και υπολογισμούς. Άρα τα στοιχεία του τελικού συστήματος φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.



	Τύπος Συλλεκτών	Αριθμός Συλλεκτών	Συνολικό Εμβαδό Συλλεκτών (μ <sup>2</sup> )	Αποθήκευση	Εναλλάκτης θερμότητας
Νερό Πισίνας	Χωρίς κάλυμμα	40	85.92	OXI	OXI
ZNX	Υαλοκάλυπτοι	32	68.74	4500 lt	NAI

Εικ. 5.32: Βασικά χαρακτηριστικά ΘΗΣ Ξενοδοχειακής μονάδας

Πέρα από την εξοικονόμηση την μείωση των ποσών ενέργειας που καταναλώνονται, με την προσθήκη ηλιακών πεδίων στην ξενοδοχειακή μονάδα έχουμε επίσης μείωση των παραγόμενων εκπομπών ΑΤΘ. Το λογισμικό RETScreen δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, υπολογισμού των εκπομπών ΑΤΘ που εξοικονομούνται ανάλογα με τον τύπο καυσίμου που αντικαθιστά σε κάθε περίπτωση η καθαρή ενέργεια που παράγεται από τα ηλιακά πεδία. Ο υπολογισμός των εξοικονομούμενων εκπομπών ΑΤΘ γίνεται σε ισοδύναμες ποσότητες (t/kWh ή kg/ MWh) εκπομπών CO<sub>2</sub>. Από το εν λόγω έργο, του οποίου τα βασικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον παραπάνω πίνακα, εξοικονομούνται συνολικά 23.4t CO<sub>2</sub> το χρόνο (11.6 από ZNX και 11.8 από θέρμανση πισίνας)

### Τοποθέτηση και εγκατάσταση συλλεκτών

Ο ιδανικός προσανατολισμός για τους συλλέκτες είναι φυσικά ο νότιος (με απόκλιση ±15°). Η ιδανική κλίση των συλλεκτών για την Ελλάδα κυμαίνεται από 40° έως 45°. Οι συλλέκτες θα χωροθετηθούν σε παρακείμενο στο ξενοδοχείο χώρο, σε οριζόντιο έδαφος. Η επιφάνεια του συλλέκτη θα πρέπει, όπως είναι λογικό, να προστατεύεται από σκιάσεις. Θα τοποθετηθεί χοντρό χαλίκι κάτω από την επιφάνεια των συλλεκτών με σκοπό την προστασία τους από τυχόν αιχμηρά αντικείμενα. Προτείνεται επίσης η περιφράξη των συλλεκτών με χαμηλό κιγκλίδωμα σε κατάλληλη απόσταση, για επιπλέον αντιανεμική προστασία αλλά και μείωση των θερμικών απωλειών μέσω συναγωγής. Τέλος, λόγω του κύριου παραθεριστικού χαρακτήρα που έχει το ξενοδοχείο, οι συλλέκτες θα τοποθετηθούν κατά 15° χαμηλότερα από την ιδανική κλίση των 40° έτσι ώστε να φτάνουν στη βέλτιστη απόδοσή τους κατά την θερινή

περίοδο οπότε και αναμένεται η μέγιστη πληρότητα στο ξενοδοχείο (περίοδος αιχμής).



## Ανακεφαλαίωση - Συμπεράσματα

Έπειτα από την ενεργειακή μελέτη των κτηρίων των δωματίων του συγκροτήματος, συμπεραίνεται εν γένει ότι είναι δυνατή η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου με την εφαρμογή απλών και συχνά ανέξοδων ή μικρού κόστους μέτρων, όπως για παράδειγμα ο προσανατολισμός του κτηρίου και των ανοιγμάτων του. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέα, σήμερα πιο αναγκαία από ποτέ, οφείλουν να εφαρμόζονται στα νεοαναγεργθέντα κτήρια. Προς την κατεύθυνση αυτή, συμβάλει και ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. ορίζοντας αυστηρότερα όρια για τις μονώσεις των κτηρίων (σε σχέση με τον καταργηθέντα κανονισμό θερμομόνωσης) αλλά και θέτοντας σε ισχύ νέες προδιαγραφές για την ενεργειακή απόδοση και κατάταξη των κτηρίων.

Τα κτήρια της ξενοδοχειακής μονάδας σχεδιάστηκαν και διαστασιολογήθηκαν σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και διατάξεις και μελετήθηκαν ενεργειακά με το λογισμικό Ecotect Analysis 2010. Μέσα από την εν λόγω μελέτη των κτηρίων των δωματίων στο λογισμικό αυτό, μπορούν να εξαχθούν διάφορα χρήσιμα συμπεράσματα προς εφαρμογή και περαιτέρω έρευνα. Σε πρώτο όμως στάδιο, είναι χρήσιμο να παρατεθούν συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων, όπως αυτά αναλυτικά έχουν παρουσιαστεί στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

συνολικά θερμικά φορτία			
μέτρο	συνολικό φορτίο (kWh)	διαφορά από αρχικό κτήριο	
		ποσό (kWh)	ποσοστό (%)
αρχικό κτήριο	130261,844		
μόνωση	82568,656	-47693,188	-36,61
Υαλοπίνακες	105048,704	-25213,14	-19,36
Αερισμός	97813,728	-32448,116	-24,91
Σκίαστρα	106695,22	-23566,624	-18,09
Συνδιασμός όλων	86943,58	-43318,264	-33,25

*Συγκριτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των μέτρων*

Παρατηρούμε, λοιπόν, ότι με τη συνολική εφαρμογή των μέτρων αυτών μπορεί να επιτευχθεί μία μείωση γύρω στο 33%. Τα μέτρα που συμβάλλουν περισσότερο στη μείωση των θερμικών φορτίων είναι, όπως ήταν αναμενόμενο, η θερμομόνωση αλλά

και η αύξηση των ανοιγμάτων του κτηρίου σε συνδυασμό με την εφαρμογή του διαμετρικού αερισμού. Πέρα από τη συμβολή των μέτρων αυτών στη μείωση του συνόλου των θερμικών φορτίων, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει να δούμε και την επίδραση που έχουν οι αλλαγές αυτές στα επιμέρους θερμικά φορτία θέρμανσης και ψύξης.

Υπενθυμίζεται ότι κάθε μέτρο, προκειμένου να προκύψουν αποτελέσματα συγκρίσιμα μεταξύ τους, έχει εφαρμοστεί στην αρχική κατάσταση του κτηρίου (κτήριο χωρίς μόνωση υπό τον βέλτιστο προσανατολισμό). Σημειώνεται επίσης, ότι τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται εδώ, συνιστούν τα συνολικά αποτελέσματα και των τεσσάρων κτηρίων των δωματίων του ξενοδοχειακού συγκροτήματος.

<b>Θερμικά φορτία θέρμανσης</b>			
<b>μέτρο</b>	συνολικό φορτίο (kWh)	<b>διαφορά από αρχικό κτήριο</b>	
		ποσό (kWh)	ποσοστό (%)
<b>αρχικό κτήριο</b>	87075,188		
μόνωση	39478,408	-47596,78	-54,66
Υαλοπίνακες	70105,272	-16969,916	-19,49
Αερισμός	61499,424	-25575,764	-29,37
Σκίαστρα	74241,008	-12834,18	-14,74
<b>Συνδυασμός όλων</b>	<b>50115,732</b>	<b>-36959,456</b>	<b>-42,45</b>

*Συμβολή μέτρων στα θερμικά φορτία θέρμανσης*

<b>Θερμικά φορτία ψύξης</b>			
<b>μέτρο</b>	συνολικό φορτίο (kWh)	<b>διαφορά από αρχικό κτήριο</b>	
		ποσό (kWh)	ποσοστό (%)
<b>αρχικό κτήριο</b>	43186,652		
μόνωση	43090,248	-96,404	-0,22
Υαλοπίνακες	34943,436	-8243,216	-19,09
Αερισμός	36314,308	-6872,344	-15,91
Σκίαστρα	32454,212	-10732,44	-24,85
<b>Συνδυασμός όλων</b>	<b>36827,604</b>	<b>-6359,048</b>	<b>-14,72</b>

*Συμβολή μέτρων στα θερμικά φορτία ψύξης*

Όπως εύκολα παρατηρεί κανείς και στους παραπάνω πίνακες, παρόλο που έγινε προσπάθεια μείωσης κατά βάση των θερμικών φορτίων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (περίοδος αιχμής λειτουργίας ξενοδοχείου) και επιλέχθηκαν στοχευμένα προς τον σκοπό αυτό μέτρα (σκίαστρα, αερισμός) η μείωση που σημειώθηκε στα θερμικά φορτία θέρμανσης (κατά τη διάρκεια του χειμώνα) είναι σχεδόν τριπλάσια από αυτήν των θερμικών φορτίων ψύξης. Το γεγονός αυτό μας προκάλεσε ιδιαίτερη έκπληξη, και οφείλεται βασικά στην επίδραση (ουσιαστικά στην μη-επίδραση) της θερμομόνωσης, όπου η διαφορά (μεταξύ βελτίωσης θερμικών φορτίων θέρμανσης και ψύξης) είναι ανησυχητικά μεγάλη. Το γεγονός αυτό ίσως οφείλεται στην αδυναμία του κτηρίου, λόγω της θερμομόνωσης, να αποβάλλει την εσωτερική του θερμότητα καθώς και τη θερμότητα που συγκεντρώνεται στη μάζα του, κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επίσης, πρέπει να υπενθυμίσουμε το γεγονός ότι τα προκατασκευασμένα στοιχεία που έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελούνται στο σύνολό τους από σκυρόδεμα, ένα υλικό με υψηλό συντελεστή θερμοχωρητικότητας ( $245 \text{ KJ/}^\circ\text{Cm}^2$  για διατομή πάχους 20-25εκ.), σχεδόν διπλάσιο από αυτόν του τούβλου που χρησιμοποιείται στις συμβατικές κατασκευές. Αποθηκεύονται, δηλαδή, μεγάλα ποσά θερμότητας στη μάζα των διπλών τοιχίων που απαρτίζουν το εξωτερικό περίβλημα του κτηρίου, τα οποία στη συνέχεια, λόγω της θερμομόνωσης, είναι δύσκολο να αποβληθούν στο εξωτερικό περιβάλλον.

Μέσα από τη βιβλιογραφική έρευνα που έγινε με σκοπό την ερμηνεία της μη-αποτελεσματικότητας της θερμομόνωσης τους θερινούς μήνες, καταλήξαμε ότι η περίπτωση μας δεν αποτελεί μοναδικό φαινόμενο. Έχει παρατηρηθεί, ακόμη και επιδείνωση της θερμικής συμπεριφοράς του κτηρίου τους θερινούς μήνες (αύξηση των θερμικών φορτίων ψύξης), ύστερα από προσθήκη μόνωσης σε υπάρχον κτήριο. [38] Η κατάσταση αυτή είναι συνήθως αναστρέψιμη με την ενεργητική συμπεριφορά του χρήστη (άνοιγμα παραθύρων, νυχτερινός αερισμός) που όμως λόγω της φύσης του εν λόγω κτηρίου (ξενοδοχείο) ήταν δύσκολο να παραμετροποιηθεί και να προγραμματιστεί. Προέκυψε επίσης το συμπέρασμα, ότι η προσθήκη θερμικής μάζας στο εξωτερικό του κτηρίου μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση και αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας έως και 40%. [31] Όλα αυτά είναι πιθανές ερμηνείες σχετικά με τα κάπως ανορθόδοξα αποτελέσματα, που πρόεκυψαν από τη μελέτη της θερμομόνωσης. Σημειώνεται ότι η θερμομόνωση που τοποθετήθηκε, μελετήθηκε έτσι ώστε να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές του KENAK.

Πέρα όμως από τη θερμομόνωση, όλα τα άλλα μέτρα λειτουργούν εξίσου καλά και στις δύο περιόδους (θέρμανσης και ψύξης) και καθώς όλα είναι μέτρα μικρού σχετικά κόστους, δεν κρίνεται απαραίτητη η μη-εφαρμογή κάποιου από αυτά. Αντιθέτως, είναι χρήσιμο να τονίσουμε για ακόμη μία φορά, πως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων δεν ισοδυναμεί κατ' ανάγκη με πολυέξοδες κατασκευές και υπερσύγχρονα συστήματα. Μέσα από απλές, σχεδιαστικές κατά βάση, λύσεις είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν αρκετά σημαντικά ποσά ενέργειας και αντίστοιχων εκπομπών ΑΤΘ (αερίων του Θερμοκηπίου).

Το Κεντρικό Ηλιακό Σύστημα που μελετήθηκε για την κάλυψη των αναγκών της ξενοδοχειακής μονάδας σε ΖΝΧ και για την θέρμανση της πισίνας με σκοπό την επέκταση της κολυμβητικής περιόδου, είναι το μοναδικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα που προστέθηκε και το οποίο παρουσιάζει κάποιο κόστος. Ο χρόνος, όμως, απόσβεσης του κόστους αυτού των ηλιακών συστημάτων είναι συνήθως μικρός, και κυμαίνεται από 1-5 έτη για το σύστημα της πισίνας (ηλιακοί συλλέκτες χωρίς κάλυμμα) και λίγο μεγαλύτερη για τους υαλοκάλυπτους συλλέκτες του συστήματος παραγωγής ΖΝΧ. Πέρα από το κόστος, εξοικονομούνται επίσης και μεγάλα ποσά εκπομπών ΑΤΘ.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η χρήση συστημάτων ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας πέρα από τα προφανή οφέλη που παρουσιάζουν για το φυσικό περιβάλλον, συμβάλλουν και στη δημιουργία ενός φιλικότερου και πιο υγιούς δομημένου περιβάλλοντος για το χρήστη των κτηρίων, δηλαδή τον άνθρωπο, που είναι δυστυχώς αναγκασμένος να περνά σε αυτό το μεγαλύτερο ποσοστό της ζωής του.

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, τα μέτρα βιοκλιματικού σχεδιασμού που προτείνονται επιλέχθηκαν κατ' αυτόν τον τρόπο, αφενός για να είναι μετρήσιμα τα οφέλη μέσω του λογισμικού Ecotect Analysis και αφετέρου λόγω του μεγέθους του υπό μελέτη ξενοδοχείου στο οποίο πιθανόν να μη συνέφερε από πλευράς κόστους η εγκατάσταση άλλων συστημάτων, όπως για παράδειγμα οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Επίσης, σε περίπτωση που το ξενοδοχείο βρισκόταν σε άλλη περιοχή, παραδείγματος χάριν ορεινή, ενδέχεται ο συγκεκριμένος τρόπος δόμησης να μην είναι ο ιδανικός και να λειτουργούσε καλύτερα μια προκατασκευη ζύλινου τύπου. Ανάλογα, λοιπόν, με τις λειτουργικές και σχεδιαστικές απαιτήσεις είναι λογικό να μεταβάλλονται τα συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορεί να χρησιμοποιηθούν όπως και η βέλτιστη λύση από άποψη υλοποίησης της κατασκευής. Σε κάθε περίπτωση όμως, με βασικές και απλές μεθόδους σαν αυτές που εξετάστηκαν, (σωστός προσανατολισμός με ανοίγματα στο Νότο, έλεγχος θερμομόνωσης, τοποθέτηση υαλοπινάκων χαμηλής εκπομπής (low-e) αντί των συμβατικών διπλών υαλοπινάκων, φυσικός αερισμός, τοποθέτηση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων) είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας σε μεγάλο βαθμό.

Σε συνέχεια των μέτρων που εξετάστηκαν για το υπό μελέτη ξενοδοχείο προτείνεται, επιπλέον, η διαμόρφωση φυτεμένου δώματος στην οροφή των κτηρίων του ξενοδοχείου καθώς και η διαμόρφωση «τεχνητών λιμνών» μικρού βάθους και επιφάνειας σε σημείο κοντά στα ανοίγματα των δωματίων στα ισόγεια των κτηρίων, ώστε να επιτυγχάνεται εξατμιστικός δροσισμός κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Επιπλέον, είναι δυνατό να φυτευτούν δέντρα που να σκιάζουν μέρος του κτηρίου λειτουργώντας έτσι ως φυσικό φίλτρο για τη ηλιακή ακτινοβολία.

Πέρα όμως από τα παραπάνω υπάρχουν μερικές απλές μέθοδοι που μπορούν να εφαρμοστούν για να περιορίσουν την κατανάλωση ενέργειας και την αλόγιστη χρήση νερού στο ξενοδοχείο. Προτείνεται η χρήση ηλεκτρικών συσκευών με υψηλή ενεργειακή απόδοση και πιστοποιημένη χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο έως και 60% την κατανάλωση ενέργειας. Η τακτική συντήρηση των κλιματιστικών και των καυστήρων είναι απαραίτητη ενώ, επιπλέον, ο



θερμοσίφωνα προτείνεται να ρυθμίζεται στους 50°C, αντί στους 60°C και το κλιματιστικό στους 26°C το καλοκαίρι και στους 20°C τον χειμώνα.

Σε ό,τι αφορά τον φωτισμό, σημαντικά ποσά ενέργειας μπορεί να εξοικονομηθούν με την χρήση λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης οι οποίοι εξασφαλίζουν 8-15 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους κοινούς λαμπτήρες, καθώς και 4-5 φορές χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Οι αισθητήρες φώτων σε όλους τους διαδρόμους και τους κοινόχρηστους χώρους περιορίζει την κατανάλωση ενέργειας κατά τις νυχτερινές κυρίως ώρες, ενώ ενδείκνυται η χρήση ροοστατών στα φωτιστικά έτσι ώστε να ρυθμίζεται το επίπεδο φωτεινότητας του χώρου και να αποφεύγεται η σπατάλη. Ακόμη προτείνεται η χρήση καρτών (key card) για τον έλεγχο του φωτισμού και του κλιματισμού.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στη κατανάλωση του νερού στα ξενοδοχεία. Μια ανοιχτή βρύση καταναλώνει 9 λίτρα νερό το λεπτό (πλύσιμο πιάτων, βούρτσισμα δοντιών κ.λ.π.) και προτείνεται η τοποθέτηση μπαταριών με αισθητήρες σε όλες της βρύσες για αυτόματο άνοιγμα - κλείσιμο. Ακόμη, τα τηλέφωνα ντους και οι βρύσες χαμηλής ροής νερού ή τηλέφωνα ντους και βρύσες ψεκασμού νερού με ποσοστά αέρα, εξοικονομούν από 12 μέχρι 65 λίτρα τη μέρα. Το νερό τρέχει με ποσοστά αέρα ώστε να μειώνει την κατανάλωση νερού. Ακόμη προτείνεται η τοποθέτηση καζανακίων με μηχανισμό διπλής ροής νερού. Σημαντικό είναι επίσης να τοποθετηθούν μετρητές κατανάλωσης σε όλο το κτήριο, ούτως ώστε να γίνεται αντιληπτή και να επισκευάζεται αμέσως η παραμικρή διαρροή. Μια σταγόνα το δευτερόλεπτο κοστίζει πάνω από 4 λίτρα τη μέρα ή αλλιώς 1500 λίτρα νερού ετησίως.

Επίσης η συλλογή βρόχινου νερού για το πότισμα του κήπου είναι μια ακόμη καλή πρακτική επιλογή. Πολλή σημαντική είναι ταυτόχρονα, η ενημέρωση των επισκεπτών σχετικά με τις μεθόδους εξοικονόμησης και τη δυνατότητα επιλογής των υπηρεσιών καθαρισμού και η αλλαγή σεντονιών και πετσετών να μην γίνεται σε καθημερινή βάση, με σκοπό την εξοικονόμηση νερού και ενέργειας ακόμη και από το πλύσιμο των λευκών ειδών.

Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάμε τα οφέλη που μπορούν να προκύψουν από τη διαχείριση των απορριμμάτων και την ανακύκλωση υλικών, όπως γυαλί, μαγειρικό λάδι, χαρτί, πλαστικά και μπαταρίες. Παράλληλα, εκτός από την προφανή εξοικονόμηση ενέργειας και εκπεμπόμενων ρύπων που επιτυγχάνεται μέσω της

ανακύκλωσης, είναι δυνατόν να εξοικονομηθούν περαιτέρω πόροι με την αποστολή των στερεών αποβλήτων σε εταιρίες ανακύκλωσης και διαχείρισης απορριμάτων.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Ampatzi Maria, Bioclimatic Strategies for Seaside Resorts on Greek Islands PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, 22-24 June 2009 Quebec (Canada), σελ.6
2. Ανδρεαδάκης Α., Πανταζίδου Μ., Σταθόπουλος Α., Χατζημπίρος Κ., Περιβαλλοντική Τεχνολογία, ΕΜΠ, Αθήνα 2003, σελ. 388
3. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός: περιβάλλον και βιωσιμότητα, 2006, σελ. 189
4. Ανδρεαδάκη - Χρονάκη Ελένη, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική: παθητικά ηλιακά συστήματα, University Studio Press, 1985, Θεσσαλονίκη, σελ. 158
5. Ανδρουλάκης Νίκος, Βιομηχανική Δόμηση 1962-2002, 2009, σελ. 12
6. Αξαρή Κλειώ, Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, 2009 Θεσσαλονίκη, σελ. 32
7. Απέργης Αθανάσιος, Προκατασκευασμένα δομικά στοιχεία & η συμβολή τους στα τεχνικά έργα, 1ο Πανελλήνιο, Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, 2008, Αθήνα, σελ. 15
8. Απέργης Αθανάσιος, Το αρχιτεκτονικό και εμφανές σκυρόδεμα στην προκατασκευή, σελ.7
9. Asam Claus. Untersuchung der Wiederverwendungsmöglichkeiten von demontierten Fertigteilelementen aus Wohnungsbautypen der ehemaligen DDR für den Einsatz im Wohnungsbau. Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken an der TU-Berlin, Fraunhofer IRB Verlag, 2005, Γερμανία
10. Nick Baker, Koen Steemers Energy and Environment in Architecture, E&FN SPON, 2000, London, σελ. 224
11. Βάγιας Ι., Σύμμικτες κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα, Κλειδάριθμος, 2001, Αθήνα, σελ. 392
12. Βάγιας, Ερμόπουλος, Ιωαννίδης, Σιδηρές Κατασκευές, τομος Β, Κλειδάριθμος, Αθήνα, σελ. 494
13. Behling Sophia, Behling Stefan, Sol power : the evolution of solar architecture, Prestel, Αγγλία, 1996, σελ. 240
14. Athina G. Gaglia , Constantinos A. Balaras, Sevastianos Mirasgedis ,

Elena Georgopoulou , Yiannis Sarafidis , Dimitris P. Lalas, Empirical assessment of the Hellenic non-residential building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, 2006

15. Jacqueline Glass, The Future for Precast Concrete in Low-Rise Housing, British Precast Concrete Federation, 1999, Λονδίνο, σελ. 62

16. Goulding J.O. Lewis, T.C. Steemers, Ενεργειακός Σχεδιασμός: Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, commission of the european communities, Μαλλιάρης Παιδεία, 1996, σελ. 143

17. ΙΤΕΠ (Ινστιτούτο Τουριστικών Ερευνών και Προβλέψεων), Η εικόνα του ξενοδοχειακού δυναμικού της Ελλάδας, Ι.Τ.Ε.Π., 2008, Αθήνα, σελ. 31

18. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ & ΙΤΕΠ, Προτάσεις Χάραξης Νέας Πολιτικής Επενδυτικών Κινήτρων

19. Κοντορούπης Γ. Μ., Ενεργειακός-Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, 2002, Αθήνα, σελ.

20. Κορωναίος Αιμ. Γ., Σαργέντης Φοίβος, Δομικά Υλικά και Οικολογία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ιανουάριος 2005, Αθήνα, σελ. 78

21. Κορωναίος Αιμ. Γ, Πουλάκος Γ.Ι., Τεχνικά Υλικά, Τόμοι 1- 4, ΕΜΠ, Αθήνα, 2005

22. Μάντζαρης Γιάννης, Τσιμπουκάκη Γεωργία, Κατασκευή Πολυώροφου Προκατασκευασμένου Κτιρίου Μεγάλων Ανοιγμάτων και Σημαντικών Ωφελίμων Φορτίων, 16ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2009, Πάφος, Κύπρος, σελ. 12

23. Μανωλάτος Γρ., Γιαννόπουλος Π, Ο. Κούρτα, Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Νέο σύστημα προκατασκευής του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων με βάση τις μεταφερόμενες κυψέλες από σκυροδέμα, σελ.12

24. Molinari Olivio, Συμμεκτες κατασκευές χάλυβα – σκυροδέματος με τη χρήση προκατασκευασμένης πρόπλακας girder, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, Αλεξανδρούπολη, 2006, σελ. 13

25. Μπουλογιάννης Κ. , Ι. Σωτηροπούλου, Σπ. Τσουκαντάς, Οικολογική Δόμηση και Εφαρμογή σε προκατασκευασμένο κτίριο

26. Neufert, Οικοδομική, Γκιούρδας, 2000, Γερμανία, σελ. 638

27. Ντούνη Ηλιάνα, Καπράλου Χριστίνα (Εργαστήριο Μεταλλουργίας ΕΜΠ), Ανάπτυξη προϊόντων πυριτικού ασβεστίου με Υδροθερμική κατεργασία

απορριμμάτων της βιομηχανίας περλίτη, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, 2008, σελ. 13

**28.** Παπαμανώλης Νικόλαος Αρχιτεκτονική & Εξοπλισμός Ξενοδοχείων, ΕΛΛΗΝ, 2007, Αθήνα, σελ. 114

**29.** Porteous Colin, The new eco-architecture, alternatives from modern movement Spon Press, 2002, London, σελ. 212

**30.** M. Santamouris, C.A. Balaras, E. Dascalaki, A. Argiriou, A. Gaglia, Energy conservation and retrofitting potential in Hellenic hotels, 1996, Αθήνα, σελ.11

**31.** Σεργίδη Δέσποινα, Η αποδοτικότητα του Σκυροδέματος για χαμηλή Ενεργειακή Κατανάλωση και Θερμική Άνεση στα κτήρια της Μεσογείου, 16ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2009, Πάφος, Κύπρος, σελ.11

**32.** Smith Peter F., Architecture in a Climate of Change - A guide to sustainable design, Architectural Press, 2001, Great Britain, σελ. 212

**33.** James G. Toscas, Designing with precast and prestressed concrete, PCI, σελ. 39

**34.** Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Χ.Γ. Ζώης, Δ.Γ. Κορύλλος, Γ. Γ. Προβελέγγιος, Μελέτη και κατασκευή διώροφου προκατασκευασμένου κτιρίου με υπογειο της εταιρείας "Αθηναϊκή Στρωματοποιία ABEE (Media Strom) στην περιοχή του βιομηχανικού πάρκου Μαρκοπούλου, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 12

**35.** Σ.Γ. Τσουκαντάς, Τ.Δ. Τοπιντζής, Συστήματα δομήσεως με βάση προκατασκευασμένα διπλά τοιχώματα, 15ο Συνέδριο Σκυροδέματος ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 2006, Αλεξανδρούπολη, σελ. 15

**36.** Σ.Γ. Τσουκαντάς, Γ. Δ. Κρεμμυδά, Ο ελληνικός κανονισμός προκατασκευής και συγκρίσεις με τις διατάξεις του EC8, οι οποίες αναφέρονται στην προκατασκευή, 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής, 2008, Αθήνα, σελ. 10

**37.** Τσίγκας Ερωτόκριτος, Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο 1996,

**38.** Μ. Φούντη, Δ. Κολαΐτης, Δ. Κατσουρίνης, Δ. Κοντογεώργος, Εμ. Μαλλιωτάκης, Ι. Μανδηλαράς, Κέρδη από Θερμική Μόνωση σε Υφιστάμενα Κτίρια: Μια Αξιολόγηση για τις Ελληνικές Κλιματικές Συνθήκες, Σχολή Μηχανολόγων, ΕΜΠ, 2011

39. Χριστοδουλάκη Ρόζη, Εφαρμογές θερμικών ηλιακών στον κτηριακό τομέα, ΚΑΠΕ, Ημερίδα ECO-BUILDING Νέες Ενεργειακές Τεχνολογίες στα Κτίρια, Αθήνα 2008
40. Wachberger Michael, Wachberger Hedy, Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων, Γκιούρδας, 1988
41. Μ. Καράγιωργας, Β. Δρόσου, Α. Αηδόνης, Ενεργειακός Σχεδιασμός Ξενοδοχειακών Μονάδων με έμφαση στα θερμικά ηλιακά συστήματα, ΚΑΠΕ
42. UNWTO "From Davos to Copenhagen and beyond: advancing tourism's response to climate change, UNWTO Background Paper" World Tourism Organization, 2009, Davos, Switzerland, σελ. 29

### **Νομοθεσία και Κανονισμοί**

43. ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ (ΦΕΚ 43), 7.Μαρ.2002
44. Κ.ΕΝ.Α.Κ.
45. Π/Δ Μάιος 2007, "Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).»
46. Νόμος 2939/01 (ΦΕΚ 179 Α), 6 Αυγούστου 2001
47. Σχέδιο Π/Δ «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων από εκσκαφές, κατασκευές και κατεδαφίσεις (ΑΕΚΚ).»
48. Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε, Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτηρίων, (Τ.Ο. ΤΕΕ 20702-5/2010) Α' έκδοση, Αθήνα 2011

### **Διαδικτυακές πηγές**

49. <http://www.betoloc.eu>
50. <http://www.buildings.gr/>
51. <http://www.cres.gr>
52. <http://www.spitia.gr>
53. <http://www.ktirio.gr>
54. <http://www.greenbuilding.gr/>
55. <http://www.greenbuilding.com/>

56. <http://www.greenpeace.org/raw/content/greece/press/118523/148791.pdf>
57. [http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/tools/thermal/controls\\_passolar\\_isol.html](http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/tools/thermal/controls_passolar_isol.html)
58. <http://www.ypeka.gr> (Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής)
59. <http://www.minenv.gr> (ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε.)
60. <http://www.greenroofs.gr>
61. <http://www.oikosteges.gr>
62. <http://www.ecoarchitects.gr>
63. <http://www.ecofinder.gr>
64. <http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf>
65. <http://www.smarterhomes.org.nz>
66. <http://flashlight.gr>
67. <http://newbuildings.org/sites/default/files/ALG%202003%20Complete%20Version%20Printable.pdf>
68. <http://www.eu-greenbuilding.org>
69. <http://www.weforum.org>
70. <http://www.prohellas.gr>
71. <http://www.proet.gr>
72. <http://www.retscreen.net>
73. <http://www.smartbuilding.gr>
74. <http://www.visitgreece.gr>
75. <http://www.yppo.gr>
76. <http://www.sete.gr>
77. <http://www.wto.org>
78. <http://www.topelement.gr>
79. <http://www.domisi.biz>
80. <http://armos-prokat.gr>
81. <http://www.pci.org>
82. <http://www.metallokat.com>
83. [http://www.ecoarchitects.gr/seminaria/oikologika\\_ylika-Menelaos\\_Xenakis.pdf](http://www.ecoarchitects.gr/seminaria/oikologika_ylika-Menelaos_Xenakis.pdf)
84. <http://www.itep.gr/>



85. <http://www.tuv.com>
86. [http://imarinakis.webs.com/solar\\_energy.htm](http://imarinakis.webs.com/solar_energy.htm)
87. <http://www.staticart.gr/pvw%20kataskevazetaivioklimatikospiti.html>
88. <http://epas-amarous.att.sch.gr/daidalosapospasmata.htm>
89. <http://www.solarmirror.com/fom/fom-serve/cache/30.html>
90. [http://digilander.libero.it/bucchisilvestriarchi/tesihtm/4c\\_solar.htm](http://digilander.libero.it/bucchisilvestriarchi/tesihtm/4c_solar.htm)
91. <http://earthobservatory.nasa.gov/Features/GreenRoof/greenroof3.php>
92. <http://www.greenroofutah.com/>
93. [http://archprasino.blogspot.com/2010/08/blog-post\\_21.html](http://archprasino.blogspot.com/2010/08/blog-post_21.html)
94. [http://www.htexpo.gr/uploads/262/79/Exoikonomisi\\_Energeias\\_Akadimia\\_Athinon\\_11\\_06.pdf](http://www.htexpo.gr/uploads/262/79/Exoikonomisi_Energeias_Akadimia_Athinon_11_06.pdf)
95. <http://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/hydrology/he25c7.cfm>
96. <http://www.aldeamarhotels.com>
97. <http://www.grhotels.gr>
98. <http://www.candiamaris.gr/>
99. <http://www.wttc.org/>

#### **Συνέδρια/Ημερίδες**

100. Δρ. Ζωγραφάκης Νικόλαος, Εφαρμογές Ηλιακών Συστημάτων: Κολυμβητικές Δεξαμενές και Ηλιακός Κλιματισμός, Κρήτη, 2008
101. Πρακτικά Ημερίδας «Εξοικονόμηση Ενέργειας», Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ, 2006
102. Βουρδούμπας Γιάννης, Παρουσίαση: εφαρμογές των ανανώσιμων πηγών ενέργειας στα ξενοδοχεία της Κρήτης, προσυνέδριο του ΤΕΕ, Μάιος 2009, Κρήτη, σελ.10

#### **Παρουσιάσεις/σημειώσεις μαθημάτων**

103. Ξενάκης Μενέλαος, Προκατασκευή κτιρίων, παρουσίαση μαθήματος «Στοιχεία Αρχιτεκτονικής» Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ
104. Θερμομονώσεις, Παρουσίαση μαθήματος Δομικής Φυσικής, σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πολυτεχνείο Κρήτης

**105.** Σημειώσεις μαθήματος Σιδηρών Κατασκευών, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

**106.** Κακαράς Ιωάννης, Εισαγωγή–Προκατασκευές Ξυλινων Σπιτιών Χρησιμοποιούμενα Υλικά, Τ.Ε.Ι. Λάρισας ,Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου Εργαστήριο Τεχνολογίας & Συντήρησης Ξυλοκατασκευών"

**107.** Κακαράς Ιωάννης, Τεχνολογία κατασκευής σπιτιών από ελαφρύ ξύλινο Σκελετό, Ε.Ι. Λάρισας ,Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου & Επίπλου Εργαστήριο Τεχνολογίας & Συντήρησης Ξυλοκατασκευών"