



**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**  
**Σχολή Πολιτικών Μηχανικών**  
**Τομέας Δομοστατικής**

## **ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Βιοκλιματική Θεώρηση Κτιρίου Βέη, Σχολής Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.**



**ΓΕΩΡΓΙΑ, ΙΩΑΝΝΟΥ ΦΕΛΛΟΥΡΗ**

**Επιβλέπων :**

**Ι.ΤΖΟΥΒΑΔΑΚΗΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**Συνεπιβλέπουσα:**

**Ε.ΤΡΙΑΝΤΗ, ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΕΜΠ**

**Αθήνα, Νοέμβριος 2010**





Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο  
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών  
Τομέας Δομοστατικής

**Βιοκλιματική Θεωρηση Κτιρίου Βέη, Σχολής Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεωργία, Ιωάννου Φελλούρη

**Επιβλέπων :** Ι. Τζουβαδάκης, Επίκουρος Καθηγητής

**Συνεπιβλέπουσα :** Ε. Τριάντη, Υπεύθυνη Ενεργειακού Γραφείου Εμπ

**Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Νοέμβριο 2010.**

.....  
**Ι.Τζουβαδάκης**

Επίκουρος Καθηγητής

.....  
**Α.Σωτηροπούλου**

Επίκουρος Καθηγητής

.....  
**Ε.Βουγιούκας**

Λέκτορας Καθηγητής

Αθήνα, Νοέμβριος 2010

.....  
Γεωργία, Ιωάννου Φελλούρη

Διπλωματούχος Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεωργία Φελλούρη, 2010

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Στους γονείς μου

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Δομοστατικής της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, υπό την επίβλεψη του καθηγητή των Πολιτικών Μηχανικών Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κ.Ιωάννη Τζουβαδάκη.

Αντικείμενο της διπλωματικής είναι η βιοκλιματική θεώρηση του κτιρίου Βέη της σχολής των τοπογράφων μηχανικών ΕΜΠ. Η διπλωματική χωρίζεται σε τρία μέρη. Στο πρώτο μέρος γίνεται λόγος γενικά για την ενέργεια και τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική σε θεωρητικό επίπεδο. Στο δεύτερο μέρος αναλύεται η υπάρχουσα κατάσταση των κτιρίων των τοπογράφων, ενώ στο τρίτο και τελευταίο μέρος μελετάτε η υπάρχουσα ενεργειακή απόδοση του κτιρίου Βέη με τη βοήθεια του προγράμματος Ecotect και προτείνονται επεμβάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Επιγραμματικά, το πρώτο μέρος χωρίζεται σε δύο κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην κατάσταση που επικρατεί στις μέρες μας σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας από τον κτιριακό τομέα και παρουσιάζεται η ανάγκη για εύρεση μεθόδων και τεχνικών για την αξιοποίηση φυσικών πηγών ενέργειας, λόγω της περιβαλλοντικής κρίσης που επικρατεί. Στα πλαίσια αυτά γίνεται μία ανάλυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού και αναλύονται τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού, καθώς και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα.

Το δεύτερο μέρος χωρίζεται σε έξι κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται κάποια γενικά στοιχεία για τα κτίρια των τοπογράφων. Στο δεύτερο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για την χρήση των κτιρίων. Στο τρίτο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για το κέλυφος των κτιρίων και συγκεκριμένα υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων, δίνεται πίνακας των ανοιγμάτων των κτιρίων και μελετώνται τα κτίρια ως προς την ηλιοπροστασία. Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού. Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι μετρήσεις που έγιναν στα κτίρια, με θερμοϋγρόμετρα, και εξάγονται κάποια συμπεράσματα για τις συνθήκες που επικρατούν στα κτίρια. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο δίνονται στοιχεία για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης όπως προκύπτουν από τα ερωτηματολόγια.

Το τρίτο μέρος χωρίζεται σε τέσσερα κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία περιγραφή του προγράμματος Ecotect. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται η εισαγωγή της υπάρχουσας κατάστασης στο Ecotect. Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται η θερμική ανάλυση και βγαίνουν συμπεράσματα για την υπάρχουσα κατάσταση του κτιρίου Βέη. Στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο προτείνονται τρόποι βελτίωσης της υπάρχουσας κατάστασης και ελέγχονται μέσω του προγράμματος Ecotect.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές και ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον κύριο Ιωάννη Τζουβαδάκη, καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για την ενθάρρυνση και τη βοήθειά του. Πολλά ευχαριστώ θέλω να εκφράσω και στην κυρία Φρόσω Τριάντη, Αρχιτέκτων Μηχανικό-Ενεργειολόγο, από το γραφείο ενεργειακής διαχείρισης ΕΜΠ, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της, καθόλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τον κύριο Θανάση Στάμο, Πολιτικό Μηχανικό του ΕΜΠ, για τη βοήθεια του με τα σχέδια του κτιρίου Λαμπαδαρίου, την κυρία Φανή Κρεμιζή, γραμματέα της σχολής Τοπογράφων Μηχανικών, τον κύριο Σταύρο Κατσιώτη από την πολυδύναμη μονάδα της σχολής, καθώς και τους κύριους Βασίλη .Καυάλη, Κώστα Φραγκή και Βασίλη Ζησιμόπουλο, από την τεχνική υπηρεσία του ΕΜΠ, για την πολύτιμη βοήθεια τους και το ενδιαφέρον που έδειξαν για τη διπλωματική μου εργασία.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τους χρήστες των κτιρίων των τοπογράφων, για την ανεκτικότητα τους και την προθυμία τους να συνεργαστούν και να βοηθήσουν κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας, απαντώντας σε ερωτηματολόγια και δίνοντάς μου πολύτιμες συμβουλές. Ειδικά θέλω να ευχαριστήσω τον κύριο Θανάση Ζησόπουλο που με βοήθησε στην τοποθέτηση των θερμογρομέτρων στα κτίρια.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Μαρία Τσικουράκη, για τη βοήθεια της και τις συμβουλές της, κατά τα αρχικά στάδια της εκπόνησης της διπλωματικής μου, τον Νίκο Τσάχαλη για την τεχνική υποστήριξη και την συνεχή ενθάρρυνση και φυσικά την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση και υπομονή που επέδειξαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός πως στις μέρες μας υπάρχει σοβαρό ενεργειακό πρόβλημα. Η αλόγιστη χρήση και η μεγάλη κατανάλωση ενεργειακών πόρων, που δεν ανανεώνονται, οδήγησε, όχι μόνο, στην εξάντλησή τους, αλλά και σε δραματικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στον κτιριακό τομέα, ο οποίος είναι υπεύθυνος για το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, γίνεται μία προσπάθεια στροφής προς τις ήπιες μορφές ενέργειας και προς το βιοκλιματικό σχεδιασμό, ο οποίος χρησιμοποιεί παθητικά ηλιακά συστήματα ψύξης, θέρμανσης και αερισμού, για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται μία ανάλυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των βασικών αρχών του, καθώς και των παθητικών και ενεργητικών ηλιακών συστημάτων. Για την πλήρη και ουσιαστική κατανόηση του όρου, γίνεται μία βιοκλιματική θεώρηση του κτιρίου Βέη, της σχολής Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ. Στα πλαίσια αυτά καταγράφεται η υπάρχουσα κατάσταση του κτιρίου, καθώς και των άλλων κτιρίων της σχολής.

Με τη βοήθεια θερμοϋγρομέτρων γίνεται μία καταγραφή των θερμοκρασιών και των υγρασιών κάποιων χώρων των κτιρίων και εξάγονται συμπεράσματα για την υπάρχουσα θερμική κατάσταση των κτιρίων. Επιπλέον συμπεράσματα για την υπάρχουσα κατάσταση, εξάγονται και από την επεξεργασία ερωτηματολογίων, σχετικά με την οπτική και θερμική άνεση των κτιρίων, που απαντήθηκαν από τους χρήστες.

Τέλος, με τη βοήθεια του προγράμματος Ecotect γίνεται μία προσομοίωση της υπάρχουσας κατάστασης του κτιρίου. Από τη θερμική ανάλυση που ακολουθεί εξάγονται συμπεράσματα για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και γίνονται διάφορες προτάσεις για βελτίωση αυτής. Μέρος των προτάσεων προσομοιώνεται επίσης στο Ecotect και ελέγχεται η αποδοτικότητά τους.



## SUMMARY

It is fact that nowadays there is a serious energy problem. The irrational use and the large consumption of energy resources, which are not renewed, caused not only the reduction of energy resources, but also dramatic environmental problems. The need for energy conservation is particularly evident in the building sector, which is responsible for 40% of energy consumption in the European Union.

In the context of energy saving in buildings, there are attempts to turn to renewed energy sources and to bioclimatic design that uses passive solar cooling, heating and ventilation systems for achieving thermal and visual comfort.

In this study, there is an analysis of bioclimatic design and its basic principles, as well as an analysis of passive and active solar systems. To fully understand the term of bioclimatic design, a bioclimatic approach to building Veis, which belongs to Surveying Engineering School of NTUA, is done. The current state of that building and of the other buildings of the school is recorded.

In order to record temperature and humidity in different areas of the buildings, a thermodynamic appliance was used. That helped to make conclusions on the current thermal state of the buildings. More findings on the current situation, are extracted from the processing of questionnaires on the visual and thermal comfort of buildings answered by the users of the buildings.

Finally, Ecotect was used to simulate the current state of the building. After thermal analysis some conclusions on the efficiency of the building were made. That led to some suggestions for improvement. Some of the suggestions were also simulated by Ecotect and their effectiveness was checked.

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<i>Εικ. 1: Συμμετοχή ενεργειακών πηγών στην τελική κατανάλωση ενέργειας της χώρας(1991)[11].....</i>	<i>25</i>
<i>Εικ. 2: Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα [63] .....</i>	<i>28</i>
<i>Εικ. 3: Φωτοβολταϊκά σε κατοικίες [64].....</i>	<i>28</i>
<i>Εικ. 4: : Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος [11] 29</i>	
<i>Εικ. 5: Κλειστά γεωθερμικά συστήματα.....</i>	<i>30</i>
<i>Εικ. 6: : Υδροηλεκτρικό έργο [11].....</i>	<i>31</i>
<i>Εικ. 7: Παραδοσιακός ανεμόμυλος[11] .....</i>	<i>32</i>
<i>Εικ. 8: Αιολικό πάρκο .....</i>	<i>33</i>
<i>Εικ. 9 : Είδη ανεμογεννητριών [11] .....</i>	<i>33</i>
<i>Εικ. 10: Η πορεία που διαγράφει ο ήλιος ανάλογα την εποχή του χρόνου.....</i>	<i>38</i>
<i>Εικ. 11: Νότιος προσανατολισμός κτιρίου[22].....</i>	<i>39</i>
<i>Εικ. 12: Χρήση φυλλοβόλων δέντρων για τη σκίαση νότιων ανοιγμάτων [65] .....</i>	<i>40</i>
<i>Εικ. 13: Ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας .....</i>	
<i>Εικ 14: Τοίχος Μάζας(Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Παθητικά [58].....</i>	<i>43</i>
<i>Εικ. 15: Αρχή λειτουργίας των τοίχων trombe [67] .....</i>	<i>44</i>
<i>Εικ. 16: Λειτουργία θερμοκηπίου [28] .....</i>	<i>45</i>
<i>Εικ. 17: Ηλιακό αίθριο[58].....</i>	<i>46</i>
<i>Εικ. 18: Χρήση βλάστησης ως μέσον ηλιοπροστασίας [65].....</i>	<i>48</i>
<i>Εικ. 19: Φυτεμένο δώμα [21].....</i>	<i>50</i>
<i>Εικ. 20: Διαμπερές αερισμός [43].....</i>	<i>51</i>
<i>Εικ. 21: Ανεμιστήρας οροφής [44] .....</i>	<i>52</i>
<i>Εικ. 22: Λειτουργία του πύργου αερισμού [43].....</i>	<i>52</i>
<i>Εικ. 23: Ηλιακή Καμινάδα [43] .....</i>	<i>53</i>
<i>Εικ. 24: Παράδειγμα πρόσοψης διπλού κελύφους σε κτίριο [68] .....</i>	<i>54</i>
<i>Εικ. 25: Υπόσκαφο κτίριο[31].....</i>	<i>55</i>
<i>Εικ. 26 : Υπεδάφιο σύστημα αγωγών [31].....</i>	<i>56</i>
<i>Εικ. 27: Μεταλλικός ακτινοβολητής [32] .....</i>	<i>56</i>
<i>Εικ. 28: Λίμνη οροφής [32].....</i>	<i>57</i>
<i>Εικ. 29: Εκτροπή άμεσου φωτός σε άνοιγμα οροφής[47] .....</i>	<i>60</i>
<i>Εικ. 30 :Οριζόντια ανοίγματα οροφής, τα οποία δέχονται μεγάλη ηλιακή πρόσπτωση[47] .....</i>	<i>60</i>
<i>Εικ. 31: Διανομή ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλιακό αίθριο [29] .....</i>	<i>61</i>
<i>Εικ. 32: Φωταγωγός [49].....</i>	<i>61</i>
<i>Εικ. 33: Διάγραμμα λειτουργίας ηλιακού θερμοσίφωνα [69] .....</i>	<i>62</i>
<i>Εικ. 34: Ηλιακοί Συλλέκτες-Πιάτα,(α)Προηγμένο σύστημα ανάπτυξης πιάτων που χρησιμοποιήθηκε από Αμερικανούς ιθαγενείς στις ΝΔ ΗΠΑ,(β)Μικρό φωτοβολταϊκό ηλιακό σύστημα μετατροπής πιάτων .....</i>	
<i>Εικ. 35: Σχέδιο διάταξης Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου[53] .....</i>	<i>65</i>
<i>Εικ. 36: Βορεινή όψη κτιρίου Λαμπαδαρίου.....</i>	
<i>Εικ. 37: Νότια όψη κτιρίου Λαμπαδαρίου .....</i>	
<i>Εικ. 38: Νότια όψη κτιρίου Α .....</i>	
<i>Εικ. 39: Δυτική όψη κτιρίου Α.....</i>	
<i>Εικ. 40 Νοτιοανατολική πλευρά κτιρίου Βέη .....</i>	
<i>Εικ. 41: βορεινή όψη κτιρίου Βέη.....</i>	

<i>Εικ. 42: Εναέριος διάδρομος.....</i>	<i>.....</i>
<i>Εικ. 43: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Λαμπαδαρίου.....</i>	<i>73</i>
<i>Εικ. 44 Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Λαμπαδαρίου:.....</i>	<i>74</i>
<i>Εικ. 45: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Λαμπαδαρίου.....</i>	<i>75</i>
<i>Εικ. 46: Αποτύπωση χρήσεων β ορόφου κτιρίου Λαμπαδαρίου.....</i>	<i>76</i>
<i>Εικ. 47: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Βέη.....</i>	<i>77</i>
<i>Εικ. 48: Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Βέη.....</i>	<i>78</i>
<i>Εικ. 49: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Βέη.....</i>	<i>79</i>
<i>Εικ. 50: Αποτύπωση χρήσεων β ορόφου κτιρίου Βέη.....</i>	<i>80</i>
<i>Εικ. 51: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Α.....</i>	<i>81</i>
<i>Εικ. 52: Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Α.....</i>	<i>82</i>
<i>Εικ. 53: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Α.....</i>	<i>83</i>
<i>Εικ. 54: Αποτύπωση χρήσεων β ορόφου κτιρίου Α.....</i>	<i>84</i>
<i>Εικ. 55: Νότια ανοίγματα ορόφων.....</i>	<i>.....</i>
<i>Εικ. 56: Νότια ανοίγματα ισογείου.....</i>	<i>.....</i>
<i>Εικ. 57: Ηλιοπροστασία νότιων υαλοστασίων.....</i>	<i>97</i>
<i>Εικ. 59: Νότια ανοίγματα κτιρίου Βέη.....</i>	<i>98</i>
<i>Εικ. 60: Νότια ανοίγματα δεύτερου ορόφου.....</i>	<i>98</i>
<i>Εικ. 58: Νότια ανοίγματα αμφιθεάτρου.....</i>	<i>.....</i>
<i>Εικ. 61: Διάγραμμα θερμοκρασίας και υγρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο όπως καταγράφηκε από το θερμοϋγρόμετρο Νο2.....</i>	<i>105</i>
<i>Εικ. 62: Διάγραμμα θερμοκρασίας και υγρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο όπως καταγράφηκε από το θερμοϋγρόμετρο Νο3.....</i>	<i>106</i>
<i>Εικ. 63: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Α.....</i>	<i>107</i>
<i>Εικ. 64: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Β.....</i>	<i>108</i>
<i>Εικ. 65: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Γ.....</i>	<i>109</i>
<i>Εικ. 66: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Δ.....</i>	<i>110</i>
<i>Εικ. 67: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Α.....</i>	<i>111</i>
<i>Εικ. 68: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Β.....</i>	<i>112</i>
<i>Εικ. 69: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Γ.....</i>	<i>113</i>
<i>Εικ. 70: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Δ.....</i>	<i>114</i>
<i>Εικ. 71: Διαγραμμα θερμοκρασιών κατά το Σαββατοκύριακο 27-28/06.....</i>	<i>115</i>
<i>Εικ. 72: Διάγραμμα υγρασίας κατά το Σαββατοκύριακο 27-28/06.....</i>	<i>116</i>
<i>Εικ. 73: Διάγραμμα θερμοκρασιών κατά το Σαββατοκύριακο 04-05/07.....</i>	<i>117</i>
<i>Εικ. 74: Διάγραμμα υγρασίας κατά το Σαββατοκύριακο 04-05/07.....</i>	<i>118</i>
<i>Εικ. 75: Βορεινή όψη του προσομοιώματος του κτιρίου Βέη στο Ecotect.....</i>	<i>155</i>
<i>Εικ. 76: Ακριβής θέση και προσανατολισμός του κτιρίου Βέη όπως ορίστηκε στο Weather Tool.....</i>	<i>157</i>
<i>Εικ. 77: Διάγραμμα ωριαίων κλιματικών δεδομένων της Αθήνας όπως φαίνονται μετά την εισαγωγή τους στο Weather Tool.....</i>	<i>158</i>
<i>Εικ. 78: Διαγράμματα μηνιαίων κλιματικών δεδομένων της Αθήνας όπως φαίνονται μετά την εισαγωγή των στοιχείων στο Weather Tool.....</i>	<i>158</i>
<i>Εικ. 79: Ρυθμίσεις τυπικού γραφείου δεύτερου ορόφου(ζώνη 82).....</i>	<i>159</i>
<i>Εικ. 80: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας του αμφιθεάτρου κατά τη ψυχρότερη μέρα του χρόνου-Δυτική πτέρυγα.....</i>	<i>162</i>
<i>Εικ. 81: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας του αμφιθεάτρου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου-Δυτική πτέρυγα.....</i>	<i>162</i>
<i>Εικ. 82: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας της νότιας πλευράς του πρώτου ορόφου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου-Ανατολική πτέρυγα.....</i>	<i>164</i>

<i>Εικ. 83: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας της νότιας πλευράς του πρώτου ορόφου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου-Ανατολική πτέρυγα.....</i>	<i>164</i>
<i>Εικ. 84: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε βορειοανατολικό γραφείο κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>166</i>
<i>Εικ. 85: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε νοτιοανατολικό γραφείο κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>166</i>
<i>Εικ. 86: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε βορειοανατολικό γραφείο κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>170</i>
<i>Εικ. 87: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε νοτιοανατολικό γραφείο κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>170</i>
<i>Εικ. 88: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>174</i>
<i>Εικ. 89: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>174</i>
<i>Εικ. 90: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>177</i>
<i>Εικ. 91: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....</i>	<i>177</i>
<i>Εικ. 92: Κέρδη λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας –Δυτική πτέρυγα.....</i>	<i>180</i>
<i>Εικ. 93: Κέρδη λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας-Ανατολική πτέρυγα .....</i>	<i>181</i>
<i>Εικ. 94: Έμμεσα ηλιακά κέρδη-Δυτική πτέρυγα.....</i>	<i>182</i>
<i>Εικ. 95: Έμμεσα ηλιακά κέρδη- Ανατολική πτέρυγα.....</i>	<i>182</i>
<i>Εικ. 96: Άμεσα ηλιακά κέρδη- Δυτική πτέρυγα .....</i>	<i>183</i>
<i>Εικ. 97: Άμεσα ηλιακά κέρδη- Ανατολική πτέρυγα .....</i>	<i>184</i>
<i>Εικ. 98: Κέρδη από αερισμό-Δυτική πτέρυγα.....</i>	<i>184</i>
<i>Εικ. 99: Κέρδη από αερισμό-Ανατολική πτέρυγα.....</i>	<i>185</i>
<i>Εικ. 100: Προτεινόμενη οροφή αιθρίου[60] .....</i>	<i>193</i>

## ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Στοιχεία που αφορούν την χρήση του κτιρίου Λαμπαδαρίου.....	69
Πίνακας 2: Στοιχεία που αφορούν το κτίριο Λαμπαδαρίου .....	69
Πίνακας 3: Στοιχεία που αφορούν την χρήση του κτιρίου Βέη .....	70
Πίνακας 4: Στοιχεία που αφορούν το κτίριο Βέη.....	70
Πίνακας 5: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας φέροντος οργανισμού κτιρίου Λαμπαδαρίου .....	86
Πίνακας 6: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας φέροντος οργανισμού κτιρίου Βέη.....	86
Πίνακας 7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου κτιρίου Λαμπαδαρίου .....	87
Πίνακας 8: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου κτιρίου Βέη .....	87
Πίνακας 9: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δώματος κτιρίου Λαμπαδαρίου .....	88
Πίνακας 10: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δώματος κτιρίου Βέη.....	89
Πίνακας 11: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου κτιρίου Λαμπαδαρίου .....	89
Πίνακας 12: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου κτιρίου Βέη.....	90
Πίνακας 13: Επιφάνειες ανοιγμάτων σε κάθε επίπεδο του κτιρίου Λαμπαδαρίου .....	91
Πίνακας 14: Επιφάνειες ανοιγμάτων κτιρίου Βέη .....	92
Πίνακας 15: Επιφάνειες ανοιγμάτων μεγάλου αιθρίου του κτιρίου Βέη.....	94
Πίνακας 16: Επιφάνειες ανοιγμάτων του μικρού αιθρίου του κτιρίου Βέη.....	95
Πίνακας 17: Στοιχεία για τη θέρμανση των κτιρίων.....	101
Πίνακας 18: Αίθουσες και αντίστοιχες ημερομηνίες τοποθέτησης των θερμοϋγρόμετρων .....	104
Πίνακας 19 : Ωριαία κέρδη/απώλειες βορειοανατολικών γραφείων κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....	168
Πίνακας 20: Ωριαία κέρδη/απώλειες νοτιοανατολικών γραφείων κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....	169
Πίνακας 21: Ωριαία κέρδη/απώλειες βορειοανατολικών γραφείων κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	171
Πίνακας 22: Ωριαία κέρδη/απώλειες νοτιοανατολικών γραφείων κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	172
Πίνακας 23: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....	175
Πίνακας 24: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....	176
Πίνακας 25: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	178
Πίνακας 26: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	179
Πίνακας 27: Συνολικά κέρδη/απώλειες κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου .....	179
Πίνακας 28: Συνολικά κέρδη/απώλειες κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	179
Πίνακας 29: Ώρες θερμικής και ψυκτικής δυσφορίας βορειοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας.....	186

Πίνακας 30: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία βορειοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας.....	187
Πίνακας 31: Συνολικά θερμικά και ψυκτικά φορτία της βορειοανατολικής ζώνης, της ανατολικής πτέρυγας μετά τη δίορθωση στο μήνα Αύγουστο .....	187
Πίνακας 32: Ώρες θερμικής και ψυκτικής δυσφορίας νοτιοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας.....	188
Πίνακας 33: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία νοτιοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας .....	188
Πίνακας 34: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία νότιου γραφείου δυτικής πτέρυγας .....	189
Πίνακας 35: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία βορεινού γραφείου δυτικής πτέρυγας .....	189
Πίνακας 36: Συνολικά μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το κτίριο Βέη.....	190
Πίνακας 37: Συνολικά ωριαία θερμικά κέρδη της δυτικής πτέρυγας για τη θερμότερη και ψυχρότερη μέρα του χρόνου, μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης.....	193
Πίνακας 38: Συνολικά ωριαία θερμικά κέρδη της ανατολικής πτέρυγας για τη θερμότερη και ψυχρότερη μέρα του χρόνου, μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης.....	194
Πίνακας 39: Ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες κατά την ψυχρότερη ημέρα μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης .....	194
Πίνακας 40: Ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες κατά τη θερμότερη ημέρα μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης .....	194
Πίνακας 41: Συγκριτικός πίνακας ωριαίων κερδών/απωλειών πριν και μετά την επέμβαση, κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου.....	194
Πίνακας 42 Συγκριτικός πίνακας ωριαίων κερδών/απωλειών πριν και μετά την επέμβαση, κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου .....	195
Πίνακας 43: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου Βέη, μετά την προσθήκη θερμομόνωσης, όπως προέκυψαν από το Ecotect .....	195
Πίνακας 44: Σύγκριση των ετήσιων θερμικών και ψυκτικών φορτίων, του κτιρίου Βέη συνολικά, πριν και μετά τη βελτίωση.....	195

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	10
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	14
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	15
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
1. ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	19
2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	19
3. ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	20

## ΜΕΡΟΣ 1: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

1. ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	22
1.1 Γενικά.....	22
1.1.1 Ιστορική ανασκόπηση.....	22
1.1.2 Ενέργεια και περιβάλλον.....	22
1.1.3 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.....	23
1.1.4 Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.....	24
1.2 Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας.....	25
1.2.1 Ηλιακή ενέργεια.....	26
1.2.2 Γεωθερμία.....	28
1.2.3 Υδραυλική ενέργεια.....	31
1.2.4 Αιολική ενέργεια.....	32
1.2.5 Βιομάζα.....	34
2. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	
2.1 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός.....	35
2.2 Κλίμα.....	36
2.3 Παθητικά Συστήματα.....	38
2.3.1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα Θέρμανσης.....	39
2.3.1.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....	40
2.3.1.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....	41

2.3.2 Παθητικά Συστήματα Δροσισμού.....	47
2.3.2.1 Ηλιοπροστασία-Θερμική προστασία.....	47
2.3.2.2 Φυσικός αερισμός.....	50
2.3.2.3 Δροσισμός μέσω εδάφους.....	54
2.3.2.4 Δροσισμός μέσω νυκτερινής ακτινοβολίας.....	56
2.3.2.5 Εξατμιστικός δροσισμός.....	57
2.3.3 Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού.....	58
2.4 Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα.....	62
2.4.1 Συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας.....	62
2.4.2 Συστήματα υψηλής θερμοκρασίας.....	63

## ΜΕΡΟΣ 2: ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ.....	65
2. ΧΡΗΣΕΙΣ .....	71
3. ΚΕΛΥΦΟΣ.....	85
3.1 Φέρων οργανισμός.....	86
3.2 Στοιχεία πλήρωσης.....	87
3.3 Το δώμα.....	88
3.4 Δάπεδο.....	89
3.5 Ανοίγματα.....	90
3.6 Ηλιοπροστασία.....	96
4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	100
5. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ.....	102
5.1 Γενικά στοιχεία.....	102
5.2 Μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας .....	102
5.3 Παρατηρήσεις.....	119
6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ.....	126

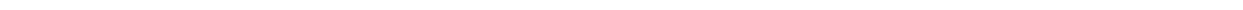
## ΜΕΡΟΣ 3: ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΕΗ ΤΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ

1. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ECOTECT.....	154
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ECOTECT.....	155
2.1 Εισαγωγή του κτιρίου στην επιφάνεια εργασίας του Ecotect.....	155
2.2 Εισαγωγή υλικών.....	156
2.3 Εισαγωγή κλιματικών δεδομένων.....	157



2.4 Ρυθμίσεις θερμικών ζωνών.....	159
3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	161
3.1 Ωριαίες θερμοκρασίες (Hourly temperature profile).....	161
3.2 Ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες (Hourly heat gains/losses).....	165
3.3 Κέρδη από την κατασκευή (Fabric gains).....	180
3.4 Έμμεσα ηλιακά κέρδη (Indirect solar gains).....	181
3.5 Άμεσα ηλιακά κέρδη (Direct solar gains).....	183
3.6 Κέρδη από αερισμό (Ventilation gains).....	184
3.7 Μηνιαία φορτία θέρμανσης και ψύξης (Monthly loads/discomfort).....	185
4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	191
4.1 Προτάσεις.....	191
4.2 Έλεγχος προτάσεων.....	191
ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	196
ΑΝΑΦΟΡΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	197

# *Εισαγωγή*



## **1. ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η αλόγιστη χρήση και η μεγάλη κατανάλωση ενεργειακών πόρων, που δεν ανανεώνονται, οδήγησε, όχι μόνο, στην εξάντλησή τους, αλλά και σε δραματικά περιβαλλοντικά προβλήματα. Στα πλαίσια εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, ο οποίος είναι υπεύθυνος για το 40% της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα τελευταία χρόνια, γίνεται μία στροφή προς το βιοκλιματικό σχεδιασμό και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή θεώρηση του κτιρίου Βέη, της σχολής Τοπογράφων Μηχανικών ΕΜΠ. Στα πλαίσια αυτά, έγινε μία καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης του κτιρίου. Με τη βοήθεια του ενεργειακού προγράμματος Ecotect έγινε η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και εξήχθησαν συμπεράσματα για την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Στη συνέχεια έγιναν κάποιες προτάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, οι οποίες ελέγχθηκαν επίσης με τη βοήθεια του Ecotect.

## **2. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Η συγκεκριμένη διπλωματική πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2009-2010. Σε πρώτη φάση μελετήθηκε βιβλιογραφία σχετική με βιοκλιματικό σχεδιασμό και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Κατά την περίοδο 26/06/09-08/07/09 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας σε διάφορες αίθουσες των κτιρίων Λαμπαδαρίου και Βέη, με τη βοήθεια δύο υδροϋγρόμετρων. Παράλληλα μοιράστηκαν ερωτηματολόγια στους χρήστες των κτιρίων. Εν συνεχεία, έγινε επιτόπια έρευνα στα κτίρια, με επίκεντρο το κτίριο Βέη, όπου έγινε πλήρης καταγραφή των ανοιγμάτων και των χώρων του κτιρίου.

Τους μήνες που ακολούθησαν έγινε η επεξεργασία των δεδομένων που καταγράφηκαν από τα θερμοϋγρόμετρα, καθώς και η επεξεργασία των ερωτηματολογίων. Ταυτόχρονα, άρχισε το γράψιμο του θεωρητικού μέρους της διπλωματικής στο word. Ακολούθησε η εκμάθηση του αρχιτεκτονικού προγράμματος Ecotect και η σχεδίαση του κτιρίου Βέη στην επιφάνεια εργασίας του προγράμματος. Παράλληλα, συνεχίστηκε η έρευνα στο κτίριο Βέη. Με τη βοήθεια της πολυδύναμης μονάδας της σχολής των Τοπογράφων Μηχανικών και της Τεχνικής Υπηρεσίας του ΕΜΠ καταγράφηκαν στοιχεία για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων των Τοπογράφων.

Ενώ συνεχιζόταν το γράψιμο του πρώτου μέρους και είχε ξεκινήσει και το γράψιμο του δεύτερου μέρους που αναφέρεται στην υπάρχουσα κατάσταση των κτιρίων, έγινε η εισαγωγή των διάφορων απαιτούμενων δεδομένων στο Ecotect. Ακολούθησε η θερμική ανάλυση του κτιρίου. Βάση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν, έγιναν κάποιες προτάσεις για βελτίωση της απόδοσής του. Μία εξ αυτών

μελετήθηκε στο Ecotect. Μετά το πέρας της ανάλυσης στο Ecotect έγινε η καταγραφή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων. Στο τελικό στάδιο, αφού είχε τελειώσει το γράψιμο, έγινε η μορφοποίηση της εργασίας.

### 3. ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αρχικά υπάρχει η **Περίληψη** της εργασίας, στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα, όπου παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά σημεία της εργασίας. Ακολουθεί η **Εισαγωγή**, στην οποία αναφέρονται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, καθώς και η διαδικασία πραγματοποίησής της, δηλαδή ο χρόνος και τα μέσα πραγματοποίησής της. Στο **Μέρος 1** γίνεται μία αναφορά στην ενέργεια γενικά και στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Στο **Μέρος 2** παρουσιάζεται η υπάρχουσα κατάσταση των κτιρίων των τοπογράφων. Στο **Μέρος 3** γίνεται θερμική ανάλυση μέσω του προγράμματος Ecotect και εξάγονται κάποια συμπεράσματα για την υπάρχουσα κατάσταση του κτιρίου Βέη. Βάσει αυτών γίνονται προτάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Τέλος, παρατίθενται οι **αναφορές** και η **βιβλιογραφία** που χρησιμοποιήθηκε.

*ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ*

*Μέρος 1*

## **1. ΠΕΡΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

### **1.1. ΓΕΝΙΚΑ**

#### **1.1.1 Ιστορική ανασκόπηση**

Από αρχαιοτάτων χρόνων έχει γίνει αντιληπτός ο σημαντικός ρόλος που παίζει η ενέργεια στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, λίθινη εποχή, εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, προέκυψαν από τη δυνατότητα των ανθρώπων να διαχειρίζονται διαφορετικές μορφές ενέργειας.

Στα αρχαία χρόνια συναντάμε κυρίως τη χρήση της φωτιάς για τη θέρμανση και το μαγείρεμα, τη χρησιμοποίηση του ανέμου για την κίνηση των ιστιοφόρων, τη χρήση της δύναμης του νερού στους νερόμυλους για την άλεση δημητριακών αλλά και για παροχή πόσιμου νερού σε οικισμούς. Σημαντικότερη πηγή ενέργειας κατά την περίοδο αυτή αποτελεί η μυική δύναμη και η χρήση ζώων.

Σιγά σιγά, με την πάροδο των χρόνων, αρχίζει να χρησιμοποιείται και ο άνθρακας. Εκτεταμένη εξόρυξη άνθρακα έχουμε κατά τα μέσα του 17<sup>ου</sup> αιώνα. Μετά την ανακάλυψη της ατμομηχανής τον 18<sup>ο</sup> αιώνα και κατά το 19<sup>ο</sup> αιώνα όπου λαμβάνει χώρα η βιομηχανική επανάσταση έχουμε ευρεία χρήση του άνθρακα. Το 1880 λειτουργεί η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα.

Το 1859 λαμβάνει χώρα η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου στη Β.Αμερική, αλλά εκείνη την εποχή η χρήση του ήτανε φοβερά περιορισμένη, μέχρι την ανακάλυψη της μηχανής καύσης κατα τον 20<sup>ο</sup> αιώνα. Ο 20<sup>ος</sup> αιώνας χαρακτηρίζεται από τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων δεν απασχολούσαν κανέναν.[1]

Μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1979 και ύστερα από τη συνειδητοποίηση, κατά την τελευταία δεκαετία, των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων που επιφέρουν οι συμβατικές πηγές ενέργειας στον πλανήτη, ο άνθρωπος, σε επίπεδο κρατών πλέον, αρχίζει να δείχνει ενδιαφέρον για την εύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, φιλικών προς το περιβάλλον. Ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια ενημέρωσης για τη σπουδαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας. [3]

#### **1.1.2 Ενέργεια και Περιβάλλον**

Σήμερα είναι όλο και μεγαλύτερη η συγκέντρωση των φυσικών αερίων που συμβάλλουν στο «φαινόμενο του θερμοκηπίου» προκαλούν καταρρακτώδεις βροχές, παρατεταμένους καύσωνες και πυρκαγιές. Ο πολλαπλασιασμός και η αύξηση της

συχνότητας των παραπάνω φαινομένων συνάγει στην αποκαλούμενη αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη. Εκτιμήσεις προβλέπουν ότι, αν δεν ληφθούν μέτρα, η μέση επίγεια θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 1-3,5 °C μέχρι το 2100.[2]

Έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, αφού σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (άνθρακας και πετρέλαιο).[3] Για το λόγο αυτό, σε παγκόσμιο επίπεδο πλέον, οι χώρες προσπαθούν να λάβουν διάφορα μέτρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) που όμως δεν έχει επικυρωθεί από όλες τις χώρες, η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O και αλογονούχες ενώσεις) κατά την περίοδο 2008-2012 συνολικά κατά 8% συγκριτικά προς το επίπεδο του 1990. Η χώρα μας, προκειμένου να ανταποκριθεί στις υποχρεώσεις της έχει ξεκινήσει τη μελέτη και σχεδίαση πολιτικής και μέτρων μείωσης των εκπομπών CO<sub>2</sub> για όλους τους τομείς της. Σύμφωνα με το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών προβλέπεται μείωση 17% σε σχέση με το Σενάριο Αναμενόμενης Εξέλιξης και αύξηση 23% σε σχέση με το έτος βάσης 1990.[2]

### 1.1.3 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

Υπολογίζεται ότι περίπου το 40% της κατανάλωσης της ενέργειας ,στην ευρωπαϊκή Ένωση,προορίζεται για τον κτιριακό τομέα. Έχει καταγραφεί ότι το μεγαλύτερο μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των κτιρίων(69%). Ακολουθεί η παραγωγή ζεστού νερού(15%), οι ηλεκτρικές συσκευές και ο φωτισμός(11%).[2] Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης κατοικούν πλέον σε πόλεις ,ενώ το 20% σε μεγάλα αστικά συγκροτήματα άνω των 250.000 κατοίκων[5], η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αυξάνει συνεχώς.

Το μέσο κτίριο στην Ελλάδα καλύπτει τις ανάγκες για θέρμανση με κάποιο λέβητα πετρελαίου και τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες ( συμπεριλαμβανομένης και της ψύξης) με ηλεκτρισμό από το δίκτυο της ΔΕΗ. Λαμβάνοντας υπόψην ότι ο ένας στους δύο λέβητες δε συντηρείται καν σωστά και ότι το 90% περίπου του ηλεκτρισμού στην Ελλάδα παράγεται από ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα όπως ο λιγνίτης και το πετρέλαιο,γίνεται αντιληπτό γιατί ο κτιριακός τομέας συμβάλλει πολύ στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος[3],καθώς επίσης γιατί στην Ελλάδα, χώρα Μεσογειακή με πολύ λιγότερες απαιτήσεις σε θέρμανση το χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχεται στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.[2]

Η ανάγκη, λοιπόν, για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στον κτιριακό τομέα, ο οποίος καλύπτει το 36% περίπου της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7%. Επιπλέον, τα κτίρια ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου.[2]

#### 1.1.4 Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα

Ουσιαστικά, η εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα δεν είναι κάτι καινούριο. Αν εξετάσουμε παλιούς παραδοσιακούς οικισμούς και οικοδομήματα είναι εμφανές ότι τόσο οι οικισμοί όσο και τα κτίρια είναι απόλυτα εναρμονισμένα με το φυσικό περιβάλλον. Έχουν ληφθεί υπόψη σημαντικοί παράμετροι, όπως η κατεύθυνση του ανέμου, η κίνηση του ήλιου, καθώς και το ανάγλυφο και το είδος του εδάφους.

Έτσι παρατηρούμε οικισμούς κτισμένους σε υπήνεμες πλαγιές, κτίρια με ανοίγματα προσανατολισμένα προς το νότο, που πολλές φορές μέρος του βορινού τους τμήματος βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Επίσης παρατηρούμε πως με το μέγεθος των ανοιγμάτων, το ύψος των κτιρίων, την επιστέγαση και το είδος των οικοδομικών υλικών αντιμετωπίζονται πολλές φορές τα προβλήματα της θέρμανσης και του δροσισμού.[52]

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό, πως οι περισσότερες αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού ήταν επί αιώνες θεμελιώδεις αρχές της αρχιτεκτονικής, οι οποίες δυστυχώς παραμερίστηκαν κατά τη διάρκεια της βιομηχανικής εποχής. Εδώ και λίγα χρόνια όμως, και ύστερα από τη συνειδητοποίηση πως ο πλανήτης μας δεν έχει ανεξάντλητες δυνατότητες, γίνεται μία προσπάθεια για μία πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας στις κατασκευές.

Κάποιες προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα είχαν ήδη ξεκινήσει από το 1930 όταν εμφανίστηκαν τα πρώτα κτίρια που ονομάστηκαν «ηλιακά». Ο σχεδιασμός τους γινόταν με βάση τη θερμική εποχική πλευρά και γενικά τη θέση του ήλιου στο διάστημα και αφορούσε σε μεσημβρινό προσανατολισμό, τοποθέτηση μεγάλων παραθύρων στην όψη αυτή και υπολογισμένα στέγαστρα πάνω από τα παράθυρα για την εποχική απ'ευθείας ηλιακή ακτινοβολία. Ακόμη χρησιμοποιούνταν βαριές κουρτίνες ώστε να διατηρηθεί η θερμότητα στο εσωτερικό του σπιτιού.[4]

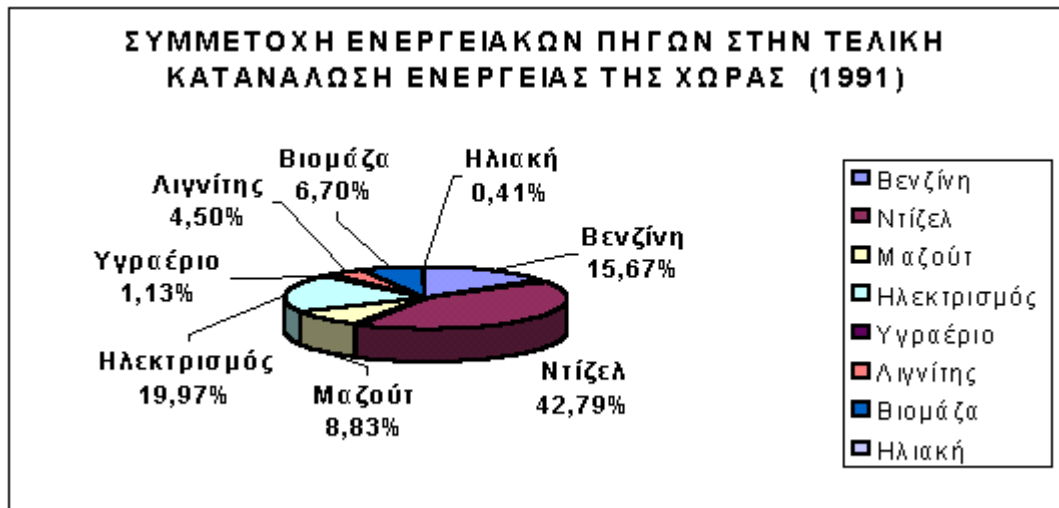
Στην Ελλάδα οι πρώτες εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού χρονολογούνται στα μέσα της δεκαετίας του 70. Στα χρόνια που ακολούθησαν εμφανίστηκαν αρκετές δεκάδες βιοκλιματικών κτιρίων (γύρω στα 200 σύμφωνα με το ΚΑΠΕ) κυρίως στην περιοχή της Αθήνας (65 μαζί με το ηλιακό χωριό Πεύκης), της Θεσσαλονίκης (50) και στην Κρήτη.[62]



## 1.2 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΑΠΕ)

Στις πόλεις καθημερινά καλύπτουμε τις ενεργειακές μας ανάγκες, σχεδόν αποκλειστικά, από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, δηλαδή το πετρέλαιο, τη βενζίνη και τον άνθρακα. Ο ηλεκτρισμός που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις πηγές αυτές, οι οποίες, παρόλη τη σπουδαία συνεισφορά τους στο σύγχρονο πολιτισμό, ρυπαίνουν ανεπανόρθωτα το περιβάλλον και εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς.

Αντιθέτως, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες, όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας, που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Εξάλλου, η αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.



Εικ. 1: Συμμετοχή ενεργειακών πηγών στην τελική κατανάλωση ενέργειας της χώρας(1991)[11]

Το 1991, σύμφωνα με σχετική έρευνα που καταγράφεται και στην εικόνα 1, τα υγρά καύσιμα συμμετέχουν σε ποσοστό μεγαλύτερο από 65 %, κυρίως για θέρμανση χώρων και μεταφορές, ο ηλεκτρισμός κατά 20 % με βασικό καταναλωτή τη βιομηχανία και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κατά 7 % ως καυσόξυλα με μικρή συμμετοχή της ηλιακής ενέργειας.[10]

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών μας αναγκών, συνεισφέροντας στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα, στην ελάττωση του φαινομένου του Θερμοκηπίου, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στην ανάπτυξη αποκεντρωμένων περιοχών. [6]

Οι μορφές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας είναι:

1. Ηλιακή ενέργεια
2. Γεωθερμία

3. Υδραυλική ενέργεια
4. Αιολική ενέργεια
5. Βιομάζα

Αναλυτικά τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, είναι τα εξής:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικούς ενεργειακούς πόρους.
- Απαντούν στο ενεργειακό πρόβλημα για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και των υπολοίπων αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, υποκαθιστώντας τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας από συμβατικές πηγές οδηγούν σε ελάττωση εκπομπών από άλλους ρυπαντές π.χ. οξείδια θείου και αζώτου που προκαλούν την όξινη βροχή.
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι διάσπαρτες γεωγραφικά και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος, δίνοντας τη δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας έτσι τα συστήματα υποδομής και μειώνοντας τις απώλειες από τη μεταφορά ενέργειας.
- Προσφέρουν τη δυνατότητα ορθολογικής αξιοποίησης των ενεργειακών πόρων, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα των ενεργειακών αναγκών των χρηστών ( π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών, αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή).
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων .
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ δημιουργούν σημαντικό αριθμό νέων θέσεων εργασίας, ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση οικονομικά και κοινωνικά υποβαθμισμένων περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση ανάλογων επενδύσεων ( π.χ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας).[7]

### 1.2.1 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Με τον όρο ηλιακή ενέργεια σήμερα εννοούμε αυτήν που προέρχεται απ'ευθείας από το φως και τη θερμότητα του ήλιου. Το φως του ήλιου είναι το μεγαλύτερο ενεργειακό απόθεμα του κόσμου και για πολλές χιλιετίες η ανθρωπότητα

βασίστηκε στο μη συγκεντρωμένο ηλιακό φως για την εξασφάλιση φωτισμού, θερμότητας και παραγωγή τροφής.

Ο ήλιος είναι μια ανεξάντλητη πηγή ενέργειας και θα μπορούσε να ικανοποιήσει όλες μας τις ανάγκες. Έχει υπολογιστεί ότι η ετήσια αξιοποιήσιμη ακτινοβολία στην επιφάνεια της γης φτάνει τις  $15 \cdot 10^{17}$  Kwh, είναι δηλαδή 5000 φορές μεγαλύτερη από την ετήσια παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας του έτους 1990 ( $30 \cdot 10^{13}$  Kwh).[38]

Τα κτίρια επιτυγχάνουν με τη βέλτιστη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου την μείωση των αναγκών τους για θέρμανση. Πρόσφατες μετρήσεις έχουν αποδείξει ότι η χρήση ηλιακών συστημάτων θέρμανσης επιτρέπει τη μείωση των θερμικών αναγκών των κτιρίων ως και 80%.[8]

Τα ποσά ενέργειας που φτάνουν σε μια περιοχή της γης εξαρτώνται από δύο κυρίως παράγοντες: Το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, το οποίο και προσδιορίζει την ποσότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (κάθετα στον Ισημερινό) και τις κλιματολογικές συνθήκες, που επικρατούν. Βεβαίως η διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από την ατμόσφαιρα της γης συνεπάγεται απώλειες λόγω απορροφήσεων από απορροφητικά μέσα όπως το όζον, που απορροφά κυρίως υπεριώδεις ακτινοβολίες, τους υδρατμούς, που απορροφούν κοντά στο υπέρυθρο και το διοξείδιο του άνθρακα, που απορροφά στο μέσο του υπέρυθρου, αλλά και απώλειες λόγω διασκόρπισης της από μέσα όπως μόρια του αέρα, η σκόνη, ο καπνός, οι μικρές σταγόνες νερού, τα αεροζόλ κ.ά.

Έτσι σε περιοχές όπως η Ελλάδα η ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο επίπεδο της γης είναι περίπου  $900-1000 \text{ W/m}^2$ , ενώ παράλληλα τροποποιείται και η διανομή των συχνοτήτων του φάσματος στην επιφάνεια της γης [9]

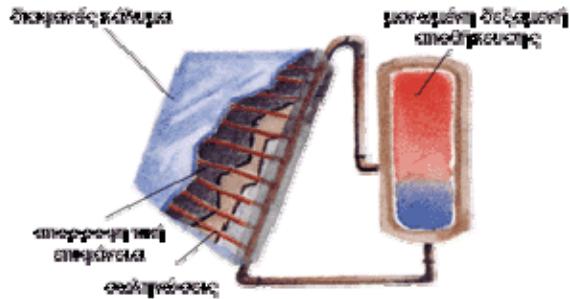
### **Συστήματα αξιοποίησης ηλιακής ενέργειας**

Ιδιαίτερης σημασίας χαρακτηριστικό για την αξιοποίηση ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια της γης είναι η μεγάλη διακύμανσή της σε ημερήσια βάση, αφού οι νυκτερινές ώρες δεν υφίστανται καθόλου ακόμη και με σταθερές μετεωρολογικές συνθήκες. Εάν στην παραπάνω μεταβολή ληφθεί υπόψη και η επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών γίνεται αντιληπτό ότι η ηλιακή ενέργεια δεν μπορεί πρακτικά να αξιοποιηθεί χωρίς συστήματα αποθήκευσης ή υποκατάστασης.

Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει είτε με την αξιοποίηση του θερμικού περιεχομένου της στα θερμικά συστήματα, τα οποία χωρίζονται σε παθητικά και σε ενεργητικά ηλιακά συστήματα, είτε απ'ευθείας με την αξιοποίηση της ενέργειας των φωτονίων της για απ'ευθείας μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια στα φωτοβολταϊκά συστήματα. Έτσι η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί για την παραγωγή θερμού νερού για οικιακή, εμπορική ή άλλες χρήσεις, για θέρμανση και δροσισμό χώρων, για βιομηχανικές χρήσεις, όπως ξήρανση προϊόντων, καθώς και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Αναλυτικά, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί με τρεις βασικά τρόπους:

- Με παθητικά ηλιακά συστήματα, που χρησιμοποιούν για τη συλλογή, αποθήκευση και διαχείριση της ηλιακής ενέργειας τμήματα αυτής της ίδιας κατασκευής την οποία προβλέπεται να εξυπηρετήσουν
- Με ενεργητικά ηλιακά συστήματα, που αντίθετα για τον παραπάνω σκοπό χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένα συστήματα.



Εικ. 2: Τυπικό ενεργητικό ηλιακό σύστημα [63]

- Με φωτοβολταϊκά για την απ'ευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλιακή ενέργεια.

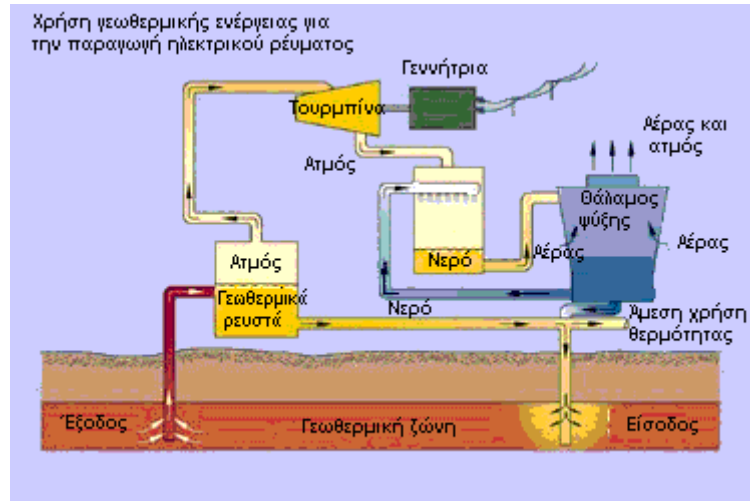


Εικ. 3: Φωτοβολταϊκά σε κατοικίες [64]

## 1.2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ

Η Γεωθερμία είναι μία ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, αλλά και να παραγάγει ηλεκτρική ενέργεια σε ορισμένες περιπτώσεις.

Είναι η ενέργεια η οποία υπάρχει στο εσωτερικό της γης και η οποία αξιοποιείται μέσω των γεωθερμικών ρευστών. Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας μιας περιοχής είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών που καθορίζει και το είδος της εφαρμογής της.[2]



Εικ. 4: : Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος [11]

Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού ποικίλει 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 χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λπ. [6]

### Λειτουργία ενός Γεωθερμικού Συστήματος

Ένα γεωθερμικό σύστημα κατά την χειμερινή περίοδο, απορροφά τη θερμότητα του περιβάλλοντος και την αποδίδει στον υπό μελέτη χώρο για θέρμανση, ενώ κατά την καλοκαιρινή περίοδο απορροφά τη θερμότητα του χώρου και την αποδίδει στο περιβάλλον, δημιουργώντας ένα φαινόμενο ψύξης.

Ένα από τα πλεονεκτήματα των γεωθερμικών συστημάτων είναι ότι καταργούν τη χρήση του πετρελαίου θέρμανσης. Αυτό σημαίνει ότι το σύστημα θέρμανσης με καυστήρα, λέβητα και δεξαμενή πετρελαίου καταργείται εφόσον αναφερόμαστε στην εγκατάσταση ενός γεωθερμικού συστήματος. Εν συνεχεία, ένα γεωθερμικό σύστημα είναι ικανό να παράγει και ψύξη του χώρου με τον ίδιο εξοπλισμό με αποτέλεσμα να καταργεί την ανάγκη εγκατάστασης των κλιματιστικών μονάδων για την απαραίτητη ψύξη κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Επιπλέον, τα γεωθερμικά συστήματα λειτουργούν με σταθερό συντελεστή απόδοσης ανεξαρτήτως των καιρικών φαινομένων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την σταθερή απόδοση κατά τη διάρκεια λειτουργίας του και την σταθερή ωριαία κατανάλωση. Η εξοικονόμηση ενός γεωθερμικού συστήματος κυμαίνεται από 55 έως 75% εν συγκρίσει με το μαζούτ ή το πετρέλαιο θέρμανσης.[12]

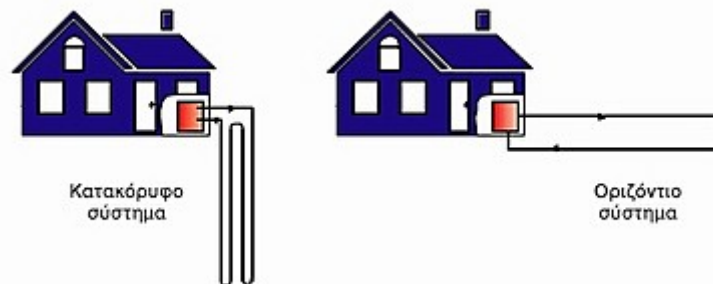
### Τα είδη των Γεωθερμικών Συστημάτων

### Ανοικτά Γεωθερμικά Συστήματα

Για τη λειτουργία των ανοικτών συστημάτων είναι αναγκαία η παρουσία υδροφόρου ορίζοντα (υπόγειος ταμιευτήρας, πηγάδι, λίμνη, θάλασσα, ποτάμι κ.ο.κ.). Τα ανοικτά γεωθερμικά συστήματα αποτελούνται από δύο γεωτρήσεις (παραγωγής ή άντλησης του νερού και επανεισαγωγής στο υδροφόρο από όπου προήλθε), μία αντλία θερμότητας και το δίκτυο διανομής της θέρμανσης ή της ψύξης και εφαρμόζονται σε περιοχές που παρουσιάζουν συνεχή υψηλή υπόγεια ή επιφανειακή υδροφορία. Κατασκευαστικά είναι ευκολότερη λύση αλλά και η πιο δαπανηρή στη λειτουργία από όλα τα γεωθερμικά συστήματα, λόγω της κατανάλωσης του υποβρύχιου συγκροτήματος στην γεώτρηση της άντλησης.[11],[12]

### Κλειστά Γεωθερμικά Συστήματα

Τα κλειστά συστήματα με τη σειρά τους διαχωρίζονται στα οριζόντια και στα κάθετα. Η επιλογή μεταξύ κάθετης και οριζόντιας διάταξης, εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής και τη διαθεσιμότητα του περιβάλλοντα χώρου σε κάθε περίπτωση.[11] Ένα κλειστό σύστημα αποτελείται από πλαστικούς εύκαμπτους σωλήνες που είτε απορροφούν είτε την αποδίδουν τη θερμότητα στο έδαφος, μία αντλία θερμότητας και τους θερμοπομπούς.



Εικ. 5: Κλειστά γεωθερμικά συστήματα

Τα οριζόντια κλειστά συστήματα είναι τα πιο εύκολα γεωθερμικά συστήματα στην εγκατάσταση. Όμως απαιτούν αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους. Οι σωλήνες τοποθετούνται μέχρι και ένα μέτρο κάτω από το έδαφος είτε σε σειρά είτε σε παράλληλη διάταξη. Η κύρια πηγή ενέργειας σε αυτά τα συστήματα είναι η ακτινοβολία του ήλιου στην επιφάνεια της γης. Για αυτό το λόγο, εκεί που τοποθετούνται οι οριζόντιοι συλλέκτες δεν πρέπει να καλύπτεται με μπετό ή φυτά που δημιουργούν σκίαση.

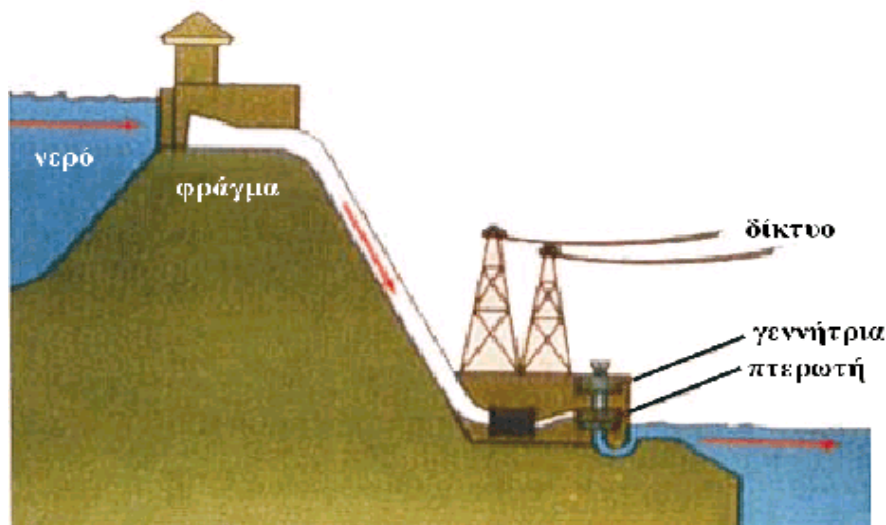
Τα κάθετα κλειστά συστήματα βασίζονται στο ότι η θερμοκρασία του εδάφους μετά από ορισμένο βάθος παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου ανεξαρτήτως των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην επιφάνεια. Στην περίπτωση των κάθετων συστημάτων, τοποθετούνται σωλήνες πολυαιθυλενίου ή πολυπροπυλενίου. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι γεωλογική σύσταση του εδάφους και

οι φυσικό-χημικές ιδιότητες που την αποτελούν. Ο σχεδιασμός του ενός ατομικού συστήματος είναι εύκολος, όταν όμως πρέπει να σχεδιαστεί ένα σύστημα σε περιοχή που υπάρχουν είδη εγκατεστημένα τέτοια συστήματα θέλει ιδιαίτερη προσοχή στον προσδιορισμό της θερμικής ικανότητας του εδάφους.[12]

### 1.2.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η υδραυλική ενέργεια, όπως λέγεται η ενέργεια του νερού, είναι μια παραδοσιακή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τον άνθρωπο. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διώρυγα φυγής) εκμεταλλευόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Φυσικά, μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδατοταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής. Στη χώρα μας η υδροηλεκτρική ενέργεια ικανοποιεί το 10% των ενεργειακών μας αναγκών.



Εικ. 6: : Υδροηλεκτρικό έργο [11]

Τα **πλεονεκτήματα** από τη χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι :

1. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατό να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου), που απαιτούν χρόνο προετοιμασίας
2. Είναι μία «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, με τα γνωστά ευεργετήματα (εξοικονόμηση συναλλάγματος, φυσικών πόρων, προστασία περιβάλλοντος)

3. Μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή, αθλητισμός

Τα **μειονεκτήματα** που συνήθως εμφανίζονται είναι:

1. Το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου

2. Η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.).

Η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων. [11],[13]

#### 1.2.4 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ενέργεια από την αξιοποίηση του ανέμου, η οποία χαρακτηρίζεται σαν αιολική ενέργεια, είναι μια μορφή της ηλιακής ενέργειας που διαμορφώνεται κατά βάση από τις θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ θαλάσσης, ξηράς και αέρα, καθώς και από τη διαβάθμιση των θερμοκρασιών μεταξύ ημερινού και πόλων. Περίπου το 0,25% της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει στην κατώτερη ατμόσφαιρα μετασχηματίζεται σε αιολική ενέργεια η οποία στη συνέχεια διαχέεται με ρυθμό που εκτιμάται ότι φτάνει τις 30 φορές περίπου το ρυθμό της ανθρώπινης ενεργειακής κατανάλωσης.[9]

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου υπήρξε από την αρχαιότητα μια λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου. Έτσι από νωρίς ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τον άνεμο για την κίνηση των πλοίων (ιστιοφόρα), καθώς και για την κίνηση ανεμόμυλων για άντληση νερού ή άλεση καρπών.



Εικ. 7: Παραδοσιακός ανεμόμυλος[11]

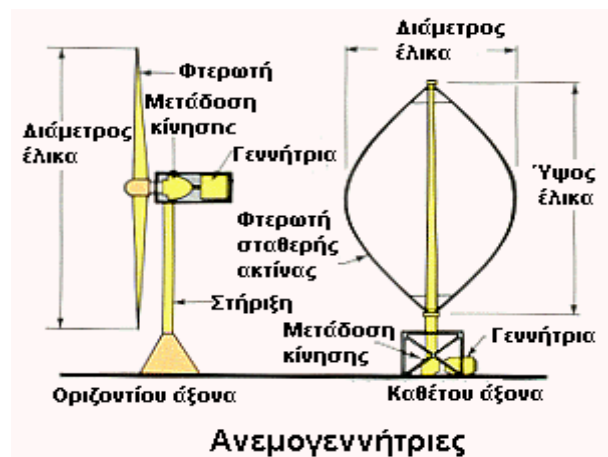


Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε σήμερα τις ανεμογεννήτριες, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η χρήση ανεμογεννητριών έχει αρχίσει ουσιαστικά από τη δεκαετία του 70, αλλά τα τελευταία χρόνια οι τεχνολογικές βελτιώσεις έχουν αυξήσει εντυπωσιακά την οικονομική βιωσιμότητα τους.



Εικ. 8: Αιολικό πάρκο

Η μεγαλύτερη συγκέντρωση ανεμογεννητριών παρατηρείται στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, αλλά τελευταία έχει σημειωθεί εντυπωσιακή αύξηση και στην Ευρώπη.[9] Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετικά πλούσιο αιολικό δυναμικό και η αιολική ενέργεια μπορεί αν γίνει σημαντικός μοχλός ανάπτυξης της. Από το 1982, οπότε εγκαταστάθηκε από τη ΔΕΗ το πρώτο αιολικό πάρκο στην Κύθνο, μέχρι και σήμερα έχουν εγκατασταθεί στην Άνδρο, στην Εύβοια, στην Λήμνο, Λέσβο, Χίο, Σάμο, και στην Κρήτη εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο συνολικής ισχύος πάνω από 30MW.[11]



Εικ. 9 : Είδη ανεμογεννητριών [11]

Σήμερα η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες. Κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

1. τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα, όπου ο δρομέας είναι τύπου έλικας και ο άξονας μπορεί να περιστρέφεται συνεχώς παράλληλα προς τον άνεμο και
2. τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα που παραμένει σταθερός[11]

### 1.2.5 ΒΙΟΜΑΖΑ

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς, όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους (όπως κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια) υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.[14]

Η ενέργεια που αντλείται από τη βιομάζα είναι μια μορφή ανανεώσιμης ενέργειας. Η αξιοποίηση αυτής της ενέργειας ανακυκλώνει τον άνθρακα και δεν επιβαρύνει το περιβάλλον με διοξείδιο του άνθρακα, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα. Από το σύνολο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, η βιομάζα έχει μια μοναδική ιδιότητα, καθώς συνιστά ουσιαστικά μια μορφή αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα επεξεργασίας της βιομάζας και η μετατροπή της σε στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα.[15]

Οι κυριότερες χρήσεις της βιομάζας είναι:

- Θέρμανση θερμοκηπίων
- Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες : Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.
- Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες
- Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου
- Τηλεθέρμανση : είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προμονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια .
- Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)

## 2. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

### 2.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών της θερμικής και οπτικής άνεσης, με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Για το λόγο αυτό αξιοποιεί τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, άνεμο, νερό και έδαφος), οι οποίες είναι γνωστές και ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των χώρων, αλλά κυρίως οι τεχνικές δόμησης των κτιρίων που βελτιώνουν τη φυσική λειτουργία και την ενεργειακή συμπεριφορά του κελύφους διεποχικά. [10],[17]

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές [17]:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και 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 κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο 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 κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων και, εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

Ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων με βάση και την βιοκλιματική αρχιτεκτονική συνεπάγεται πολλαπλά οφέλη, όπως :

- Ενεργειακά ( εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική / οπτική άνεση )
- Οικονομικά ( μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων )
- Περιβαλλοντικά ( μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου )
- Κοινωνικά ( βελτίωση της ποιότητας ζωής ) [10],[16]

## 2.2 ΚΛΙΜΑ

Από τον ορισμό που δόθηκε παραπάνω για το βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίου, είναι προφανές ότι το κλίμα κάθε περιοχής παίζει σημαντικό ρόλο. Ο μελετητής πρέπει να το λάβει σοβαρά υπόψη του και να σχεδιάσει το κτίριο χρησιμοποιώντας όλα τα κλιματολογικά στοιχεία που έχει στη διάθεσή του.

Οι πληροφορίες για το κλίμα μπορεί να θεωρηθούν σε τρεις στάθμες: μακρόκλιμα, μεσόκλιμα και μικρόκλιμα.

### Μακρόκλιμα

Τα μακροκλιματικά στοιχεία συγκεντρώνονται στους μετεωρολογικούς σταθμούς, με τη βοήθεια κατάλληλων οργάνων και στη συνέχεια ακολουθεί η στατιστική τους επεξεργασία. Τα στοιχεία που ενδιαφέρουν κυρίως το μελετητή είναι η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η υγρασία, οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις και η θερμοκρασία. Χρειάζεται συστηματική καταγραφή των στοιχείων αυτών, διάρκειας τουλάχιστον δέκα ετών, για να υπάρξει αξιοπιστία στην εικόνα του μακροκλίματος και θα πρέπει η συγκέντρωση των στοιχείων να γίνεται από τον πλησιέστερο μετεωρολογικό σταθμό. [18],[19]

Αναλυτικά τα στοιχεία που πρέπει να αναζητηθούν για να σχηματιστεί σφαιρική άποψη του κλίματος μιας περιοχής, όπως αναφέρθηκαν και παραπάνω ,είναι:

1. Η ηλιακή ακτινοβολία: Τα στοιχεία ηλιακής ακτινοβολίας που ενδιαφέρουν είναι η ηλιοφάνεια( ώρες/μήνα,hrs/mo) και η ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (KWh/m<sup>2</sup>.mo).

2. Ο άνεμος: Για μια πρώτη προσέγγιση ενδιαφέρει η επικρατούσα διεύθυνση ανέμου και η μέση ταχύτητα ανέμου ανά μήνα.

3. Η υγρασία: Η μέση μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία αέρα (RH%) ορίζουν τις τιμές και τα μέσα όρια διακύμανσης της υγρασίας. Δυστυχώς, στους πίνακες της EMY δημοσιεύονται συνήθως τιμές μόνο της σχετικής υγρασίας.

4. Οι ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις: Καταγράφεται το ύψος των κατακρημνίσεων, που περιλαμβάνει βροχή, χαλάζι και χιόνι (αφού λιώσουν). Το μέσο μηνιαίο ύψος βροχής (mm/mo) είναι βασικό στοιχείο του κλίματος μιας περιοχής.

5. Η θερμοκρασία: Η μέση μέγιστη και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία αέρα ενός τόπου (°C) δίνουν τις τιμές αλλά και τα μέσα όρια διακύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα.

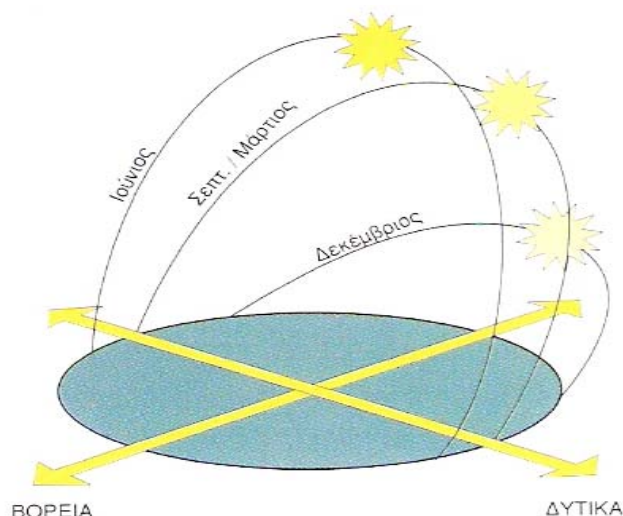
### **Μεσόκλιμα**

Τα μεσοκλιματικά στοιχεία, παρ'ότι μερικές φορές είναι πιο δύσκολο να εξασφαλιστούν, συσχετίζονται με τις μεταβολές που επιφέρει η τοπογραφία, η βλάστηση, καθώς και οι επικρατούντες εποχιακοί ψυχροί ή ζεστοί άνεμοι στο μακρόκλιμα μιας περιοχής. Παραδείγματα τοπογραφικών χαρακτηριστικών που χαρακτηρίζουν το μεσόκλιμα αποτελούν οι πεδιάδες, τα βουνά, μεγάλες ποσότητες νερού, όπως μία λίμνη ή η θάλασσα.[19]

### **Μικρόκλιμα**

Στη μικροκλιματική στάθμη μπορεί να θεωρηθεί η ανθρώπινη επίδραση στο περιβάλλον και το πώς αυτή τροποποιεί τις συνθήκες κοντά στα κτίρια. Ο άνθρωπος μπορεί να επέμβει στο μικροκλίμα της περιοχής και να βελτιώσει τις υπάρχουσες συνθήκες. Η κατάλληλη επιλογή βλάστησης, ο σωστός προσανατολισμός και χωροθέτηση των κτιριακών συνόλων, η επιλογή των κατάλληλων υλικών ή ακόμη και του χρώματος των κτιρίων αποτελούν τρόπους επέμβασης του ανθρώπου, οι οποίοι συνεισφέρουν στη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής.

Η συνεισφορά της βλάστησης στο μικροκλίμα της περιοχής είναι μεγάλη και αδιαμφισβήτητη. Η κατάλληλη επιλογή βλάστησης προκαλεί μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, προσφέρει ηλιοπροστασία, μειώνει την ταχύτητα του ανέμου ώστε να προστατευτεί το κτίριο ή αλλάζει την κατεύθυνση του ανέμου, όπου χρειάζεται, με απώτερο στόχο το δροσισμό του κτιρίου. Άλλα οφέλη της βλάστησης αφορούν τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τη μείωση της ηχορύπανσης, καθώς και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.



Εικ. 10: Η πορεία που διαγράφει ο ήλιος ανάλογα την εποχή του χρόνου

Ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου σε συνδυασμό με τη σωστή χωροθέτηση των κτιριακών συνόλων συμβάλλει κατά πολύ στη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής. Ο καλύτερος προσανατολισμός του κτιρίου είναι αυτός όπου η μεγάλη πλευρά του κτιρίου βρίσκεται στον άξονα ανατολής-δύσης έτσι ώστε η νότια πλευρά του κτιρίου να δέχεται ,ιδιαίτερα το χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με το καλοκαίρι, τις ακτίνες του ηλίου και να υπάρχει επαρκής ηλιασμός.

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών των επιφανειών του κτιρίου, καθώς και των υλικών που χρησιμοποιούνται στους γύρω δρόμους και πεζοδρόμια, σε συνδυασμό με το χρώμα των επιφανειών αυτών αποτελεί μία ακόμη σημαντική παράμετρο, η οποία επηρεάζει το μικρόκλιμα της περιοχής. Ανοιχτόχρωμες επιφάνειες απορροφούν μικρό ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, καθώς αντανακλούν το μεγαλύτερο μέρος, και επομένως οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι μειωμένες, γεγονός που συμβάλλει στη μείωση της υπερθέρμανσης του περιβάλλοντος χώρου και των κτιρίων, στοιχείο που αναζητείται ιδιαίτερα το καλοκαίρι που η ηλιακή ακτινοβολία είναι εντονότερη.[10],[16],[18],[19]

### 2.3 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα παθητικά συστήματα χρησιμοποιούν την ενέργεια από την ακτινοβολία του ήλιου, τη φυσική ροή του αέρα και τις αρχιτεκτονικές διατάξεις με σκοπό τη θέρμανση και το δροσισμό των κτιρίων. Επιπλέον ανταποκρίνονται στα σύγχρονα κριτήρια άνεσης, ενώ συγχρόνως ελαττώνουν τη χρήση ορυκτών καυσίμων και μάλιστα με οικονομικό τρόπο.

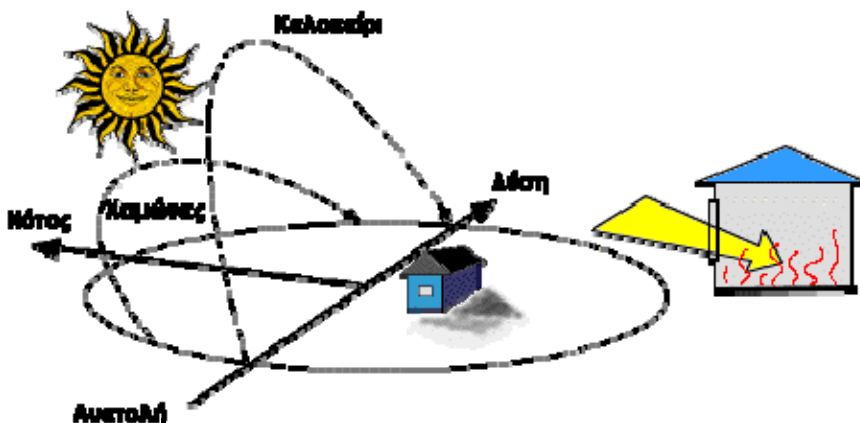
Στην ουσία, είναι απλές κατασκευές ενσωματωμένες στο κέλυφος του κτιρίου, που αποσκοπούν στη συλλογή ενέργειας, την αποθήκευσή της και τη διανομή της στο εσωτερικό του κτιρίου. Το πιο ενδιαφέρον είναι ότι τις πιο πολλές φορές κατασκευάζονται με τα κοινά οικοδομικά υλικά.

Τα παθητικά συστήματα μπορούν να χωριστούν σε παθητικά συστήματα θέρμανσης, σε παθητικά συστήματα δροσισμού και σε συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.

### 2.3.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ονομάζονται τα δομικά στοιχεία του κτιρίου, που, αξιοποιώντας τις αρχές της φυσικής και συγκεκριμένα τους νόμους μεταφοράς θερμότητας συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου που καλύπτεται από το γυαλί.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό (με δυνατότητα απόκλισης μέχρι  $30^\circ$  ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου), οι οποίες θα πρέπει να μη σκιάζονται κατά τη διάρκεια του χειμώνα.



Εικ. 11: Νότιος προσανατολισμός κτιρίου[22]

Επιπλέον συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) καθώς και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο.

Το καλοκαίρι πρέπει να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία (π.χ. χρήση φυλλοβόλων δέντρων, οριζόντια σκίαση, τέντες, περσίδες) και συχνά με δυνατότητα αερισμού, ώστε να λειτουργούν αποτελεσματικά και να μην υπάρχει υπερθέρμανση.



*Εικ. 12: Χρήση φυλλοβόλων δέντρων για τη σκίαση νότιων ανοιγμάτων [65]*

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης μπορούν να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες : συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους και συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.[9,22,23,36]

### **2.3.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ**

Ως σύστημα άμεσου κέρδους ορίζεται το σύστημα το οποίο αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια, η οποία συλλέγεται από ανοίγματα κατάλληλου προσανατολισμού για θέρμανση των χώρων. Αποτελείται από τα ανοίγματα, κατάλληλα τοποθετημένα και διαστασιολογημένα, την απαιτούμενη θερμική μάζα (χρήση υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας), την κατάλληλη θερμική προστασία (μόνωση του περιβλήματος, διπλοί υαλοπίνακες, νυκτερινή μόνωση), αλλά και την απαιτούμενη ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Η λειτουργία του συστήματος 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 κτιρίου (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, όταν αυτά έχουν επαρκή θερμοχωρητικότητα) και αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση.

Τα νότια ανοίγματα δέχονται την περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό είναι καλό τόσο το χειμώνα, που ο ήλιος είναι χαμηλά, καθώς ο ήλιος εισχωρεί στο εσωτερικό του κτιρίου και θερμαίνει το χώρο, όσο και το καλοκαίρι, που ο ήλιος είναι ψηλά, αφού το άνοιγμα είναι εύκολο να προστατευτεί από κάποιο είδος σκιάστρου.



Στις νότιες όψεις, μία κάλυψη της επιφάνειας με 60% ανοίγματα αποτελεί μία ενεργειακά αποτελεσματική πρόταση για τη θέρμανση των χώρων με φυσικό τρόπο από την ηλιακή ακτινοβολία.



Εικ. 13: Ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας  
(α) το χειμώνα, (β) το καλοκαίρι [66]

Ανοίγματα στο βορρά είναι πηγή δροσιάς το καλοκαίρι, αλλά περισσότερου κρύου το χειμώνα. Ανατολικά και δυτικά ανοίγματα έχουν τη χειρότερη συμπεριφορά όλο το χρόνο, γι' αυτό και δεν προτιμώνται, παρά μόνο για λόγους φωτισμού ή θέας. Πιο συγκεκριμένα, τα δυτικά ανοίγματα έχουν ήλιο από το μεσημέρι και μετά, ως τη δύση του ηλίου. Αυτό μπορεί να είναι ευχάριστο το χειμώνα, αλλά το καλοκαίρι είναι ιδιαίτερα δυσάρεστο, δεδομένου ότι ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά οπότε είναι δύσκολη η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων. Όσον αφορά στα ανατολικά ανοίγματα, σε αυτά έχουμε ηλιασμό το πρωί, όπου ο ήλιος δεν είναι πολύ ζεστός.[20,24]

### 2.3.1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Συστήματα έμμεσου κέρδους είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποδίδουν με έμμεσο τρόπο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, μέσω είτε δομικών στοιχείων είτε ανοιγμάτων διαφόρων ειδών (θυρίδων, αγωγών, κ.ά.). Βασίζονται στην εξής αλληλουχία θερμικών λειτουργιών:

Ήλιος → συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) → αποθήκευση (θερμική μάζα) → θέρμανση (εσωτερικός χώρος)[26]

Συνήθως προσαρτώνται σε νότιες όψεις κτιρίων (συνιστάται μέχρι 30 ο απόκλιση από το Νότο).

Τα συστήματα έμμεσου κέρδους χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες: ηλιακοί τοίχοι, θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι), και ηλιακά αίθρια. Υπάρχουν επίσης και τα παθητικά συστήματα απομονωμένου κέρδους, στα οποία ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες

και τα θερμοσιφωνικά πανέλα που βρίσκονται εκτός του κτιριακού περιβλήματος.[25]  
Αναλυτικά είναι:

### **Ηλιακοί τοίχοι**

Οι ηλιακοί τοίχοι αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε θερμομονωμένη κατασκευή (θερμοσιφωνικό πάνελ). Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους. [2,27]

Στην Ελλάδα έχουν εφαρμοστεί ηλιακοί τοίχοι κυρίως σε κατοικίες. Από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις βιοκλιματικών κτιρίων σε διάφορες περιοχές της χώρας, προκύπτει ότι μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση κατοικιών σε ποσοστό που ξεπερνά το 40% σε κτίρια κατοικιών στην Α και Β κλιματική ζώνη, ενώ στη Γ κλιματική ζώνη φτάνει το 12%. [36]

#### **α. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης**

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης). Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας και τοποθετούνται μερικά εκατοστά (10-15 cm) πίσω από ένα διπλό τζάμι. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο.

Ο χρόνος μεταβίβασης της θερμότητας από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου είναι 9-10 ώρες, για πάχος τοίχου 40 cm περίπου και υλικό μπετόν. Η ταχύτητα διαδόσεως της θερμότητας δι'αγωγής μέσα από τα συνήθη βαρεία υλικά (μπετόν, τούβλα, πέτρα) είναι 3,7 έως 4 cm/hr και εξαρτάται εκτός από την αγωγιμότητα του υλικού και από το περιεχόμενο του σε υγρασία. [4]

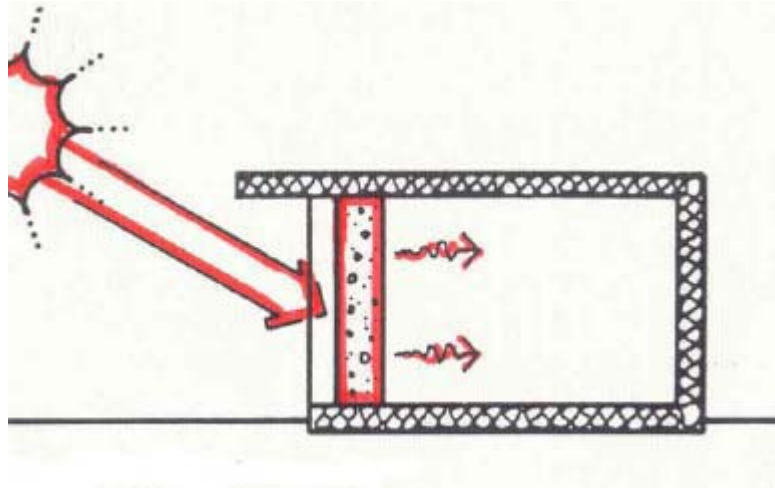
Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:

- 1.** απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού ή με υλικά αλλαγής φάσης
- 2.** τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής (Trombe – Michel)

Ο τοίχος μάζας είναι ένας νότιος τοίχος ή ένα τμήμα νότιου τοίχου του κτιριακού περιβλήματος, κατασκευασμένος από βαριά υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας και καλυμμένος στην εξωτερική του πλευρά από υαλοστάσιο τοποθετημένο σε απόσταση 10

cm περίπου. Το χρώμα του τοίχου πρέπει να είναι σκούρο και η επιφάνειά του αδρή, ώστε να αυξάνεται η θερμοαπορροφητική της ικανότητα.

Η ηλιακή ακτινοβολία παγιδεύεται από το υαλοστάσιο και θερμαίνει τον τοίχο, καθώς και τον αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου. Η θερμική ενέργεια μεταφέρεται στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου με αγωγή και στη συνέχεια με συναγωγή στον εσωτερικό αέρα και με ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.



Εικ 14: Τοίχος Μάζας(Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Παθητικά [58]

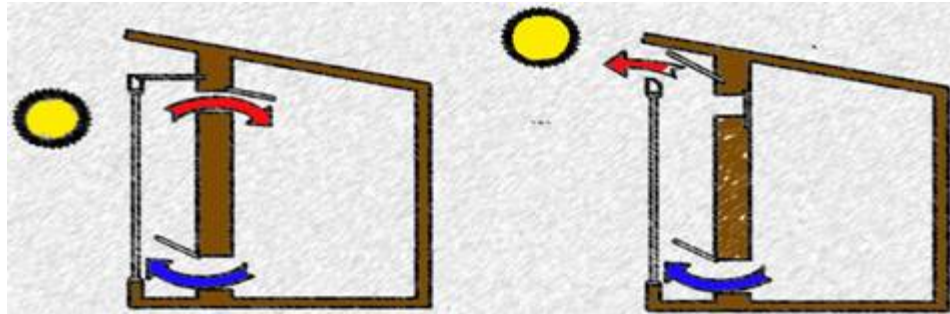
Ο τοίχος νερού είναι ένας τοίχος κατασκευασμένος από ένα πλαστικό ή μεταλλικό στεγανό δοχείο, σκούρου χρώματος που περιέχει νερό. Τοποθετείται στη θέση του τοίχου μάζας και λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο. Η διαφορά του από τον τοίχο μάζας είναι ότι λόγω της αυξημένης θερμοχωρητικότητάς του, θερμαίνεται γρηγορότερα από έναν τοίχο μάζας, όπως και ψύχεται γρηγορότερα, οπότε απαιτεί νυχτερινή προστασία του εσωτερικού χώρου.

Ο τοίχος Trombe – Michel είναι μία εξέλιξη του τοίχου μάζας που έχει επικρατήσει στις κτιριακές εφαρμογές. Στην περίπτωση του, μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα μεταφέρεται μέσω θυρίδων στον εσωτερικό χώρο.

Οι θυρίδες του τοίχου βρίσκονται στο άνω και κάτω τμήμα του και κατά τη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα παραμένουν ανοικτές. Έτσι, μέρος της θερμικής ενέργειας που συσσωρεύεται στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα από τις θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου στον εσωτερικό χώρο.

Αντίστοιχα, ο ψυχρός αέρας του χώρου μεταφέρεται μέσω των θυρίδων στο κάτω μέρος του τοίχου στο διάκενο, όπου και θερμαίνεται και ανέρχεται, δημιουργώντας

συνεχή ροή θερμότητας προς το χώρο. Μερικές φορές χρησιμοποιείται ένας ανεμιστήρας μικρής ισχύος για τη διανομή της ηλιακής θερμότητας.



Εικ. 15: Αρχή λειτουργίας των τοίχων trombe [67]

Κατά τη διάρκεια της νύκτας και τις νεφοσκεπείς ημέρες οι θυρίδες στο επάνω μέρος του τοίχου μπορούν να παραμένουν κλειστές, ώστε να εμποδίζεται η αντίστροφη κίνηση του θερμού αέρα από το χώρο προς την εξωτερική ψυχρή επιφάνεια του υαλοπίνακα.

Για όλους τους τοίχους θερμικής αποθήκευσης απαιτείται ηλιοπροστασία της συλλεκτικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού με κινητά εξωτερικά πετάσματα. Παράλληλα, συνιστάται κατά τη διάρκεια της νύχτας να ανοίγουν τμήματα του υαλοστασίου, ώστε ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο, να κατευθύνεται προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρασύροντας και τον αέρα του εσωτερικού χώρου.

Στις 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. [2,4,26,27,36,37,38]

### β. Θερμοσιφωνικό πανέλο

Αποτελεί σύστημα παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο Trombe – Michel , χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών.

Επίπλέον, το θερμοσιφωνικό πανέλο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση. Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πανέλου. Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την

εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πανέλου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου. [27]

### Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι)

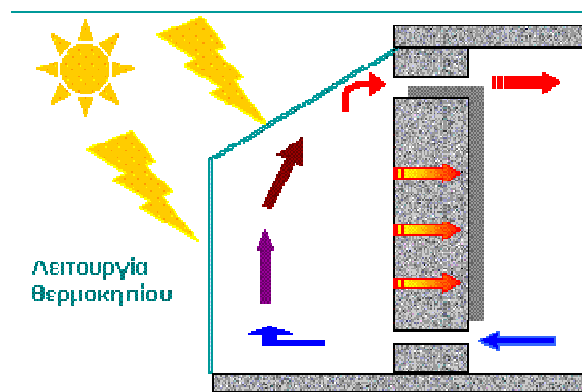
Είναι κλειστός υαλόφρακτος χώρος, επιμήκης στην κατεύθυνση Ανατολής-Δύσης, ο οποίος προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε τμήμα του κτιριακού κελύφους. Διαχωρίζεται από το κτίριο με μη θερμομονωμένα οικοδομικά στοιχεία που αποτελούν μάζα μεγάλης θερμοχωρητικότητας(σκυρόδεμα, πέτρα, διπλό μπατικό τούβλο).

Για την αποτελεσματική του λειτουργία απαιτούνται:

- νότιος προσανατολισμός ( $\pm 30$  ο N)
- θυρίδες ή και άλλα ανοίγματα (παράθυρα ή πόρτες) προς το εσωτερικό του κτιρίου
- σύστημα σκιασμού και αερισμού

Η ηλιακή ακτινοβολία, διερχόμενη από τα νότια υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετατρέπεται σε θερμική και μέρος αυτής αποδίδεται άμεσα στο χώρο, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του, ενώ μέρος της αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του χώρου (θερμική μάζα) και αποδίδεται με χρονική υστέρηση.

Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας, που συσσωρεύεται στον ηλιακό χώρο, προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω των θυρίδων ή ανοιγμάτων του κοινού δομικού στοιχείου.



Εικ. 16: Λειτουργία θερμοκηπίου [28]

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, συνιστάται η νυκτερινή προστασία του υαλοστασίου με θερμομονωτικά εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν το τμήμα του κτιριακού κελύφους, με το οποίο ο ηλιακός χώρος βρίσκεται σε επαφή,

είναι θερμομονωμένο. Ειδικότερα, σε περιοχές όπου παρατηρούνται πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, συνιστάται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων στον ηλιακό χώρο, καθώς και θερμομόνωση του κοινού τμήματος της τοιχοποιίας.

Στην Ελλάδα, από μετρήσεις και προσομοιώσεις που έγιναν σε κατοικίες που εφαρμόζουν θερμοκήπια προκύπτει ότι αυτά συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση της τάξης του 13 με 30%.

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. Επιπλέον απαιτείται αερισμός του ηλιακού χώρου μέσω των ανοιγμάτων του υαλοστασίου ή με πλήρη απομάκρυνση του υαλοστασίου.[2,4,26,28,36,38]

### **Ηλιακό αίθριο**

Ο αιθριακός χώρος ενός κτιρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια αποτελεί ένα άλλο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους, το ηλιακό αίθριο.

Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αίθριου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία



*Εικ. 17: Ηλιακό αίθριο[58]*

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 αίθριου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας καθώς:

- Επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου.
- Βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα).
- Παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).

Ανάλογα με 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 ή και στην οροφή), επηρεάζεται και η στάθμη φωτισμού των χώρων. [2,26,29]

### **2.3.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ**

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσίσιμου βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- Στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου
- Στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης)
- Στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως «ρυθμιστή» της εσωτερικής θερμοκρασίας
- Στην βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθ'εαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους

Τα παθητικά συστήματα δροσίσιμου χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

#### **2.3.2.1 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ-ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

##### **Σκίαση ανοιγμάτων**

Η μελέτη της ηλιοπροστασίας πρέπει να περιλαμβάνει την επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το θέρος, αλλά να μην περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος κατά το χειμώνα και να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

Τα νότια ανοίγματα λαμβάνουν πιο λίγη ακτινοβολία κατά την καλοκαιρινή περίοδο σε σύγκριση με τη χειμερινή, λόγω της θέσης του ήλιου και είναι εύκολο να προστατευτούν. Τα δυτικά και ανατολικά παράθυρα, ωστόσο, θέτουν ένα μεγαλύτερο πρόβλημα, διότι η θέση του ήλιου είναι χαμηλά στον ουρανό όταν βρίσκεται στην ανατολή ή στην δύση. Για το λόγο αυτό, μια βιοκλιματική λύση είναι η μελέτη μείωσης κατά το δυνατόν της επιφάνειας των ανατολικών και δυτικών υαλοστασίων.

Σε νότιους προσανατολισμούς συνίσταται οριζόντια σκίαση, η οποία προσφέρει σκιασμό κατά τους θερινούς μήνες, αλλά αφήνει τις ακτίνες του ηλίου να περάσουν κατά τους χειμερινούς. Έτσι το χειμώνα μπορούμε να πετύχουμε το φυσικό ηλιασμό και φωτισμό, ενώ το καλοκαίρι δεν περνάνε οι ακτίνες που ζεσταίνουν το χώρο μας, αλλά μόνο το φως. Η κατακόρυφη σκίαση έχει περισσότερα πλεονεκτήματα από την οριζόντια, καθώς συγκρατεί την άμεση, αλλά και τη διάχυτη ακτινοβολία. Η κατακόρυφη σκίαση είναι αποτελεσματική σε ανατολικές και δυτικές όψεις.

Η σκίαση μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική, κινητή ή σταθερή. Περισσότερο αποδοτική είναι όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους και μπορεί να μειώσει κατά 80-90% τα ηλιακά κέρδη. Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται σκίαση των ανοιγμάτων όταν είναι αυτό απαραίτητο, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους. Συνεπώς, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες, που όμως είναι ιδιαίτερα ακριβά. Για το λόγο αυτό προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν συμπληρωματικά.

Ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ηλιοπροστασίας του κτιρίου και των ανοιγμάτων του είναι και η χρήση βλάστησης είτε με κατάλληλα φυτεμένα φυλλοβόλα ή αειθαλή δέντρα, είτε με άλλα φυτά σε κατάλληλες θέσεις (πέργκολες, μπαλκόνια, κ.λπ.).[20,36,37,39]



Εικ. 18: Χρήση βλάστησης ως μέσον ηλιοπροστασίας [65]



### **Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών**

Βασική τεχνική για την ηλιοπροστασία του κτιριακού κελύφους είναι, εκτός της σκίασης, η αύξηση της ανακλαστικότητας των εξωτερικών επιφανειών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση ανακλαστικών, ανοιχτόχρωμων επιχρισμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων, η οποία μειώνει την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας από το κτιριακό κέλυφος και συνεπώς, τη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου τους θερμούς μήνες. [36,40]

### **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 κτιρίου τους καλοκαιρινούς μήνες.

Αποτελείται 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 μόνον 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. [36,41]

### **Φυτεμένο δώμα**

Οι φυτεμένες οροφές αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης, το οποίο αναπτύσσεται σε ειδικά διαμορφωμένο επίπεδο, συνήθως επάνω σε μια επίπεδη οροφή (δώμα).

Οι φυτεμένες οροφές μπορούν να χωριστούν σε δυο κατηγορίες: ‘προσβάσιμες’ και ‘μη προσβάσιμες’. Οι ‘μη προσβάσιμες’ είναι εκείνες για τις οποίες η βλάστηση είναι ένα άλλο υλικό επικάλυψης. Γίνονται για να τις βλέπουμε. Δεν είναι βατές και επομένως δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις. Μπορούν να εγκατασταθούν σε επίπεδες ή κεκλιμένες στέγες. Έχουν μειωμένο κόστος συντήρησης. Αναλόγως του κλίματος και της βροχόπτωσης μπορούν να αναπτύξουν γρασίδι, αγριολούλουδα κ.λ.π., σε στρώμα εδάφους μόλις 8 εκατοστών.

Ανεξάρτητα από τον τύπο της στέγης (προσβάσιμη ή μη) ,τα περιβαλλοντικά οφέλη, λόγω του παραγόμενου οξυγόνου, είναι τεράστια. Θα ήταν εξαιρετικά

αποτελεσματική η μετατροπή σε οξυγόνο του διοξειδίου του άνθρακα, που εκλύεται από τα αυτοκίνητα, εάν έστω οι μισές ταράτσες της Αθήνας φυτεύονταν.



Εικ. 19: Φυτεμένο δώμα [21]

Το φυτεμένο δώμα αποτελεί, εκτός των άλλων πλεονεκτημάτων του, και τεχνική θερμικής προστασίας του κτιρίου τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι. Το φυτεμένο δώμα αποτελεί μέσο θερμικής μόνωσης του κτιρίου, 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 υγρομονωμένη κατασκευή της οροφής.

Το καλοκαίρι το φυτεμένο δώμα εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στο κτιριακό 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 κτιρίου, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή θερμικής επιβάρυνσης του κτιρίου. Τέλος, τα φυτά συνεισφέρουν με την εξάτμιση από τα φύλλα τους (εξατμισοδιαπνοή) στην εξατμιστική ψύξη της οροφής. Εν γένει το φυτεμένο δώμα συνεισφέρει στη δημιουργία ήπιων συνθηκών στους χώρους πάνω από τους οποίους τοποθετείται.

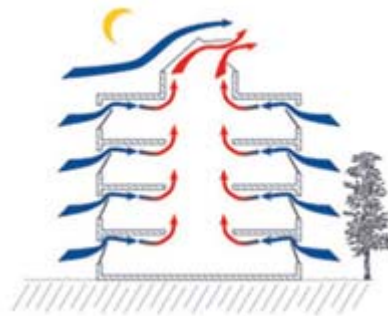
Τόσο η κατασκευή του, όσο και η επιλογή των φυτών πρέπει να εξαρτάται από το είδος της οροφής, αλλά και από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. [16,21,35,36]

### 2.3.2.2 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

#### Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος 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.



Εικ. 20: Διαμπερής αερισμός [43]

Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα. [30,36,37,38,43]

### **Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)**

Η χρήση ανεμιστήρων, ιδιαίτερα ανεμιστήρων οροφής, ενισχύει το φαινόμενο του φυσικού αερισμού, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επί πλέον, συνεισφέρει στην επίτευξη θερμικής άνεσης σε θερμοκρασίες υψηλότερες από τις συνήθειες (περίπου 2-3 °C), καθώς με την κίνηση του αέρα που δημιουργείται μεταφέρεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα. Πρακτικά, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα χρήσης κλιματιστικών συστημάτων στα κτίρια για πολλές ώρες το χρόνο.

Από μελέτες σε κτίρια κατοικιών και σχολείων στην Ελλάδα προκύπτει ότι η χρήση ανεμιστήρων οροφής σε κτίρια που εφαρμόζουν κατάλληλες τεχνικές φυσικού δροσισμού (επαρκή σκίαση και νυχτερινό αερισμό) πρακτικά καταργεί την ανάγκη

εγκατάστασης κλιματιστικού συστήματος, καθώς συντελεί στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης σε σχετικά υψηλές μεν θερμοκρασίες, οι οποίες, όμως, στα φυσικά δροσιζόμενα κτίρια είναι αρκετά χαμηλότερες από τις εξωτερικές.

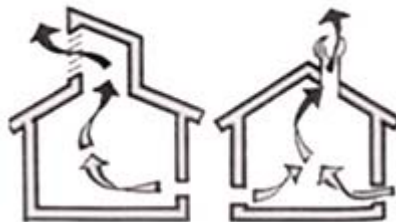


Εικ. 21: Ανεμιστήρας οροφής [44]

Αντίστοιχα, σε κτίρια του τριτογενή τομέα η χρήση των ανεμιστήρων οροφής μειώνει σημαντικά τις ώρες λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού, αλλά και αυξάνει την απόδοσή τους την ώρα λειτουργία τους, καθώς ανεβάζει σημαντικά τη θερμοκρασία ρύθμισης του θερμοστάτη (π.χ. από τους 26 °C στους 29 °C). [36,37,44]

### **Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)**

Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Οι είσοδοι προσαγωγής του ανέμου στον πύργο είναι προσανατολισμένοι προς την ανάντι πλευρά οπότε συλλαμβάνουν τον άνεμο και τον οδηγούν κάτω διαμέσου της καμινάδας. Ο αέρας εξέρχεται από κατάλληλα ανοίγματα στην κατάντι πλευρά του κτιρίου.



Εικ. 22: Λειτουργία του πύργου αερισμού [43]

Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων.

Η τεχνική αυτή του παθητικού δροσισμού δεν είναι καινούρια. Έτσι στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική πολλών μουσουλμανικών χωρών συναντάται τους ανεμόπυργους. Ο ανεμοπορίας με ύψος που κυμαίνεται από 2 έως 20 μ., συλλαμβάνει και εκτρέπει τον άνεμο δημιουργώντας ροή αέρα μέσα στο κτίριο. [36,37,38,43,50]

### Ηλιακή καμινάδα

Οι ηλιακές καμινάδες χρησιμοποιούν τον ήλιο για να θερμάνουν την εσωτερική επιφάνεια της καμινάδας. Οι δυνάμεις άνωσης εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας βοηθούν στη δημιουργία ανοδικής ροής κατά μήκος της επιφάνειας. Η ηλιακή καμινάδα φέρει στη νότια η νοτιοδυτική επιφάνειά της ( $\pm 30$  ο N) υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (εν γένει έναν μικρό ηλιακό τοίχο) και περσίδες στο άνω τμήμα αυτής της πλευράς.



Εικ. 23: Ηλιακή Καμινάδα [43]

Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi 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. Καθώς επιτυγχάνει διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα, η ηλιακή καμινάδα συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο. [36,37,43]

### Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους είτε στην οροφή είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου, μέσα στην οποία κυκλοφορεί ο αέρας του εξωτερικού χώρου. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει τόσο στη σκίαση του περιβλήματος και, συνεπώς, στη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου, όσο και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο του κελύφους.

Το αεριζόμενο κέλυφος μπορεί να συνεισφέρει και στην αυξημένη θερμική προστασία του κτιρίου κατά τους χειμερινούς μήνες, καθώς ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού και, μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Η κατασκευή αυτή βέβαια, προϋποθέτει να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους. [36,42]



Εικ. 24: Παράδειγμα πρόσωσης διπλού κελύφους σε κτίριο [68]

### 2.3.2.3 ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΕΛΑΦΟΥΣ

#### Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το συνιστούν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων. Κατά τους θερμούς μήνες, το έδαφος βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον, παρέχοντας έτσι μία σημαντική δεξαμενή απορρόφησης της περίσσειας θερμότητας του κτιρίου. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον.

Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού 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 κτίριο.



Εικ. 25: Υπόσκαφο κτίριο[31]

Τα υπόσκαφα κτίρια παρέχουν ποικίλα πλεονεκτήματα, όπως προστασία από το θόρυβο, τη σκόνη, την ακτινοβολία, την κακοκαιρία, περιορίζουν τις διαφυγές αέρα και παρέχουν αυξημένη πυροπροστασία. Παρέχουν οφέλη τόσο σε συνθήκες ψύξης, όσο και θέρμανσης και αντιπροσωπεύουν το μέγιστο βαθμό αξιοποίησης της θερμικής μάζας του κτιρίου. Βασικά μειονεκτήματά τους αποτελούν το υψηλό κόστος κατασκευής και οι ανεπαρκείς συνθήκες φωτισμού.[31,36,37]

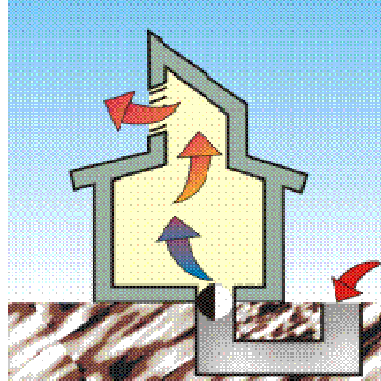
### **Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους-αέρα)**

Η χρήση υπεδάφιου συστήματος αγωγών για την πρόψυξη του αέρα αποτελεί μία τεχνική μέθοδο που αναπτύχθηκε πρόσφατα. Είναι ένα σύστημα πλαστικών (PVC) ή μεταλλικών αγωγών που τοποθετούνται σε βάθος 1-3μ. Το σύστημα χρησιμοποιείται για την ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος, του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια, ως απαγωγέα της θερμότητας. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος το χειμώνα είναι θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος. Το σύστημα αυτό δροσίζει κατά 5 με 10 βαθμούς Κελσίου.

Το σύστημα αυτό μπορεί να συνδυαστεί με σύστημα κλιματισμού, συντελώντας στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτιρίου, 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. [31,36,37,51]

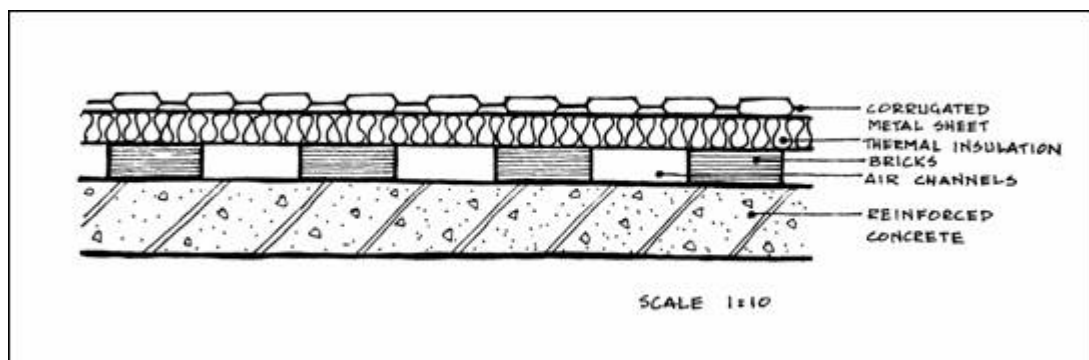


Εικ. 26 : Υπεδάφιο σύστημα αγωγών [31]

#### 2.3.2.4 ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

##### Μεταλλικός ακτινοβολητής

Το σύστημα αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτιρίου. Η εξωτερική του επιφάνεια 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 κτίριο, ο οποίος διέρχεται μέσα από το σύστημα, ψύχεται καθώς έρχεται σε επαφή με την ψυχρή εξωτερική πλευρά και επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου.



Εικ. 27: Μεταλλικός ακτινοβολητής [32]

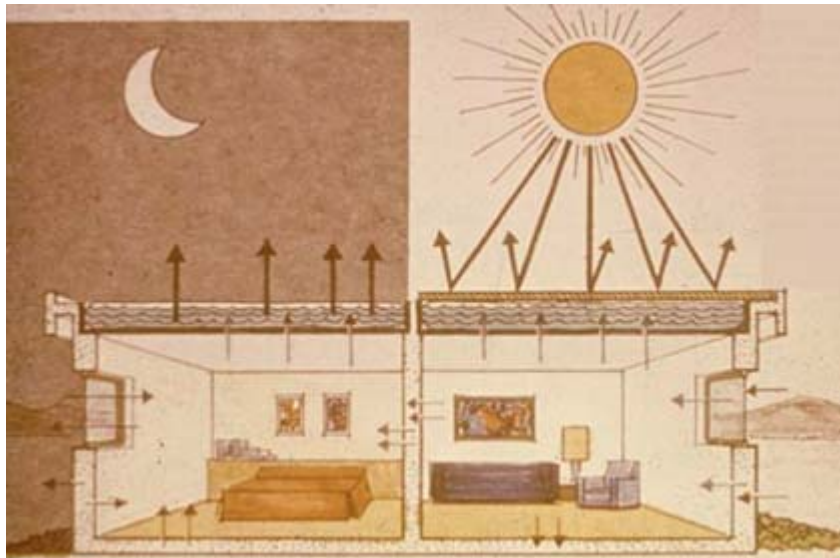
Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία.



Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου (σε απόσταση περ. 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. [32,36]

### Λίμνες οροφής

Η ηλιακή λίμνη μπορεί να διαμορφωθεί στην οροφή ενός κτιρίου. Έχει μικρό βάθος, περίπου 5 cm, και το νερό βρίσκεται μέσα σε πλαστικούς σάκους. Επειδή πρόκειται για οριζόντιο σύστημα η επιφάνεια της λίμνης δέχεται τη μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας το καλοκαίρι και τη μικρότερη το χειμώνα. Για το λόγο αυτό απαιτεί τη χρήση κινητού μονωτικού καλύμματος.



Εικ. 28: Λίμνη οροφής [32]

Το καλοκαίρι, σκιάζεται την ημέρα (π.χ. με κινητό σύστημα θερμομονωτικού υλικού) και μένει ανοιχτή τη νύχτα, οπότε και ακτινοβολεί θερμότητα προς το περιβάλλον. Η λίμνη οροφής μπορεί να λειτουργήσει αντίστροφα το χειμώνα, δεχόμενη την ηλιακή ακτινοβολία παραμένοντας ανοιχτή την ημέρα, ενώ τη νύχτα κλείνει με θερμομονωτικά φύλλα. [4,32,37]

### 2.3.2.5 ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

#### Πύργος δροσισμού

Το σύστημα βασίζεται στη χρήση ενός πύργου από όπου το νερό που περιέχεται σε ένα δοχείο ψεκάζεται ή ραντίζεται. Ο εξωτερικός αέρας εισάγεται στον πύργο, ψύχεται από την εξάτμιση και ακολούθως, μεταφέρεται στο κτίριο.[36,37]

### **Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)**

Σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, μπορεί να επιτευχθεί δροσισμός με την εξάτμιση νερού. Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς. Όταν ο αέρας αυτός εισέρχεται απ' ευθείας στο κτίριο έχουμε άμεσο εξατμιστικό δροσισμό, ενώ όταν ψύχει το κέλυφος του κτιρίου ή εναλλάκτη, τότε έχουμε έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό.

Τεχνικές άμεσου φυσικού δροσισμού περιλαμβάνουν τη χρήση σωμάτων νερού, όπως λίμνες, πισίνες και σιντριβάνια που βρίσκονται σε εσωτερικές αυλές και αίθρια. Τεχνικές έμμεσου φυσικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωματίων με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης).

Η μέθοδος αυτή δεν έχει εφαρμογή σε υγρά κλίματα, όπου η εξάτμιση είναι μικρή και αργή, λόγω κορεσμού του αέρα από υδρατμούς.[36,37,38,45]

### **2.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, 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 με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». 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)

Ως σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο του υαλοπίνακα ή άλλου φωτοδιαπερατού στοιχείου, του πλαισίου και της διάταξης σκιασμού, που μπορεί να είναι είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο.

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.[46]

Διάφορες κατηγορίες συστημάτων και τεχνικών φυσικού φωτισμού είναι οι παρακάτω:

### **Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία**

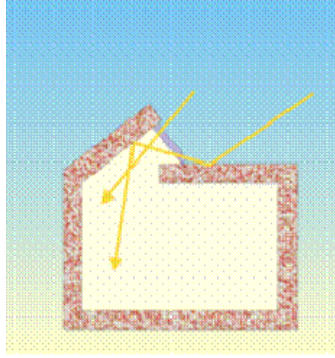
Μεγάλο ρόλο στο φωτισμό του εσωτερικού του κτιρίου παίζει ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων. Ανατολικά ανοίγματα δίνουν ηλιασμό το πρωί. Δυτικά ανοίγματα έχουν ήλιο από το μεσημέρι και μετά, ως τη δύση του ηλίου. Ο βορινός φωτισμός είναι ομοιόμορφος και διάχυτος κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατάλληλος για χώρους δουλειάς. Τα νότια ανοίγματα είναι αυτά που δέχονται τον περισσότερο ηλιασμό καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Το χειμώνα που ο ήλιος είναι χαμηλά έχουμε μεγάλη εισροή ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Το καλοκαίρι ο ήλιος είναι πιο ψηλά. Για την αποφυγή της υπερθέρμανσης του κτιρίου επιβάλλεται η χρήση σκιάστρων ή δεντροφύτευσης.

Ρόλο επίσης παίζει και η διάσταση των ανοιγμάτων. Όσο πιο μεγάλο είναι ένα άνοιγμα, τόσο περισσότερο φως από τον ήλιο εισχωρεί στο εσωτερικό του κτιρίου. Πρέπει βέβαια να ληφθεί υπόψη ότι μεγάλα και πολλά ανοίγματα μπορεί να μη συνεισφέρουν στην καλή θερμομόνωση του κτιρίου το χειμώνα.[20,34,36]

### **Ανοίγματα οροφής**

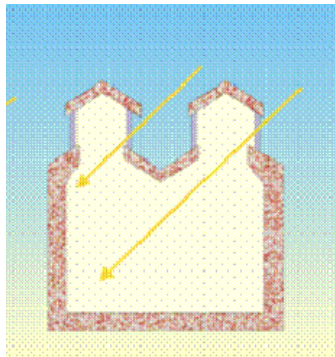
Τα ανοίγματα οροφής αποτελούν ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία. Καταρχήν παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός από τον ουράνιο θόλο και εν συνεχεία λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός μέσα στους χώρους.

Τα ανοίγματα οροφής μπορούν να φέρουν είτε διαφανείς, είτε ημιδιαφανείς (διαχυτικούς) υαλοπίνακες. Γενικά στα ανοίγματα οροφής συνιστάται να υπάρχει σύστημα ηλιοπροστασίας και εκτροπής του άμεσου φωτός, όπως ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα. Τα συστήματα αυτά, ανάλογα με τον τύπο του ανοίγματος μπορεί να είναι εξωτερικά ή εσωτερικά.



Εικ. 29: Εκτροπή άμεσου φωτός σε άνοιγμα οροφής[47]

Το βασικό μειονέκτημα των οριζόντιων ανοιγμάτων οροφής είναι ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόπτωση το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα και για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού.[36,47]

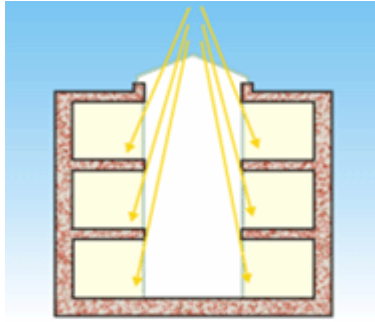


Εικ. 30 :Οριζόντια ανοίγματα οροφής, τα οποία δέχονται μεγάλη ηλιακή πρόπτωση[47]

## Αίθρια

Τα αίθρια, είτε ανοιχτά, είτε με κάλυψη, συνεισφέρουν στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού, ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας, καθώς επιτρέπουν την είσοδο φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου, βοηθούν στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων (και στην ομοιογενή κατανομή του, εφόσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα) και παρέχουν διάχυτο φως (από τον ουρανό και από τις επάλληλες ανακλάσεις στο εσωτερικό τους), συντελώντας στην ομοιόμορφη κατανομή του (χωρίς θάμβωση).

Ανάλογα με τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του αιθρίου 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 ή και στην οροφή), επηρεάζεται και η στάθμη φωτισμού των χώρων.



Εικ. 31: Διανομή ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλιακό αίθριο [29]

Για το λόγο αυτό, κατά το σχεδιασμό των αιθρίων πρέπει να συνυπολογίζονται οι επιδράσεις των χαρακτηριστικών αυτών στην οπτική άνεση των εσωτερικών χώρων, πάντα σε συνδυασμό με την επίδρασή τους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. [36,48]

### Φωταγωγοί

Οι φωταγωγοί εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους.



Εικ. 32: Φωταγωγός [49]

Η απόδοσή των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Για ακόμα μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να συνοδεύονται από ηλιοστάτη (συσκευή η οποία φέρει καθρέπτη και η οποία ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια τις ημέρας).

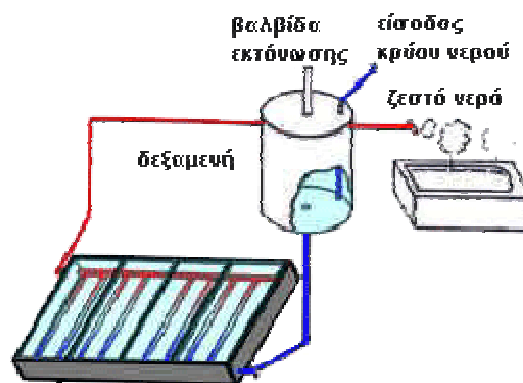
Για το φωτισμό ενός ή και περισσότερων ορόφων μπορεί να χρησιμοποιηθούν σωλήνες-φωταγωγοί (φωτο-σωλήνες). Η μέγιστη απόδοσή τους εξασφαλίζεται σε περιορισμένο μήκος φωτο-σωλήνα, ανάλογα με τον τύπο και τον κατασκευαστή.[36,49]

## 2.4 ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν για τη συλλογή, αποθήκευση και διαχείριση της ηλιακής ενέργειας ειδικά σχεδιασμένα συστήματα. Διακρίνονται σε συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας και σε συστήματα υψηλής θερμοκρασίας.[9]

### 2.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση νερού και χώρων. Ευρύτερα διαδεδομένη εφαρμογή αποτελούν οι συλλέκτες για θέρμανση νερού. Πρόκειται για επίπεδες επιφάνειες, συνήθως μαύρες, που καλύπτονται με γυάλινη πλάκα και μέσα ρέει το προς θέρμανση νερό. Η ηλιακή ακτινοβολία περνάει τη γυάλινη πλάκα, θερμαίνει το νερό και εγκλωβίζεται έτσι στο συλλέκτη με το θερμό νερό. Οι συλλέκτες συνοδεύονται από δεξαμενή συγκέντρωσης και διαθέτουν πρόσθετα και ηλεκτρικά στοιχεία για θέρμανση του νερού τις νύχτες ή τις μέρες με συννεφιά.



Εικ. 33: Διάγραμμα λειτουργίας ηλιακού θερμοσίφωνα [69]

Άλλη μια σημαντική εφαρμογή είναι τα θερμοκήπια. Σε αυτά η ηλιακή ενέργεια συγκεντρώνεται σε ένα χώρο που είναι σκεπασμένος με διαφανές κάλυμμα, το οποίο διαπερνά και θερμαίνει τον αέρα μέχρι τη θερμοκρασία εκείνη που οι απώλειες θερμότητας του θερμοκηπίου θα ισορροπήσουν με την εισερχόμενη ηλιακή θερμότητα.

Στην ίδια αρχή λειτουργίας με τον ηλιακό συλλέκτη, αλλά σε πολύ χαμηλότερο επίπεδο ανάπτυξης, ευρίσκονται και οι ηλιακές λίμνες που χρησιμοποιούνται σαν φυσικός συλλέκτης θερμότητας. Πρόκειται για λίμνες μικρού βάθους (2-3 m) ο πυθμένας των οποίων στεγανοποιείται με πλαστικά φύλλα. Για την αποφυγή δημιουργίας στρωμάτων νερού διαφορετικής θερμοκρασίας, λόγω διαφορετικού ειδικού βάρους εισάγεται αλάτι με μεγαλύτερη συγκέντρωση προς τον πυθμένα ώστε να αποφεύγεται η κίνηση μέσα στην ηλιακή λίμνη. Κυκλοφορώντας ένα άλλο ρευστό μέσω σωληνώσεων που περνούν στον πυθμένα της λίμνης, μπορούμε να το θερμάνουμε και να το χρησιμοποιήσουμε για άλλες εφαρμογές. Χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρων, ιχθυοτροφείων ή για την παραγωγή αλατιού.

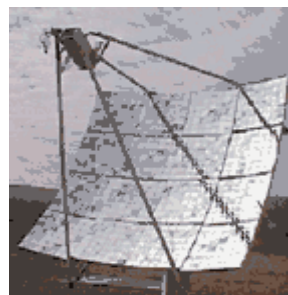
#### 2.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Τα ενεργητικά συστήματα υψηλής θερμοκρασίας χρησιμοποιούν κάτοπτρα για να συγκεντρώσουν σε μια σημειακή ή γραμμική εστία την ηλιακή ενέργεια που πέφτει πάνω τους, ώστε να αναπτυχθεί σε αυτή υψηλή θερμοκρασία. Πάνω στην εστία τοποθετούνται σωλήνες μέσα στους οποίους περνάει κάποιο ρευστό, το οποίο θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις επιθυμητές εφαρμογές, όπως τήξη μετάλλων, ηλεκτροπαραγωγή κ.ά. Ειδικά για την αύξηση των κατόπτρων σημειακής εστίας χρησιμοποιούνται διατάξεις παρακολούθησης της πορείας του ήλιου.

Τα συστήματα αυτά δηλαδή, μπορούμε να πούμε ότι χρησιμοποιούν ηλιακούς λέβητες, αλλά για να χρησιμοποιηθούν πρακτικά πρέπει να συνοδεύονται είτε από σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας ώστε αυτή να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί τις ώρες που δεν έχουμε ηλιοφάνεια είτε από εναλλακτικό σύστημα παροχής ενέργειας, δηλαδή λέβητα συμβατικών καυσίμων που θα εξασφαλίζει τότε την απαιτούμενη ενέργεια.



(α)



(β)

Εικ. 34: Ηλιακοί Συλλέκτες-Πιάτα, (α) Προηγμένο σύστημα ανάπτυξης πιάτων που χρησιμοποιήθηκε από Αμερικανούς ιθαγενείς στις ΝΔ ΗΠΑ, (β) Μικρό φωτοβολταϊκό ηλιακό σύστημα μετατροπής πιάτων

[Type text]

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ  
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΩΝ  
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ**

*Μέρος* **2**

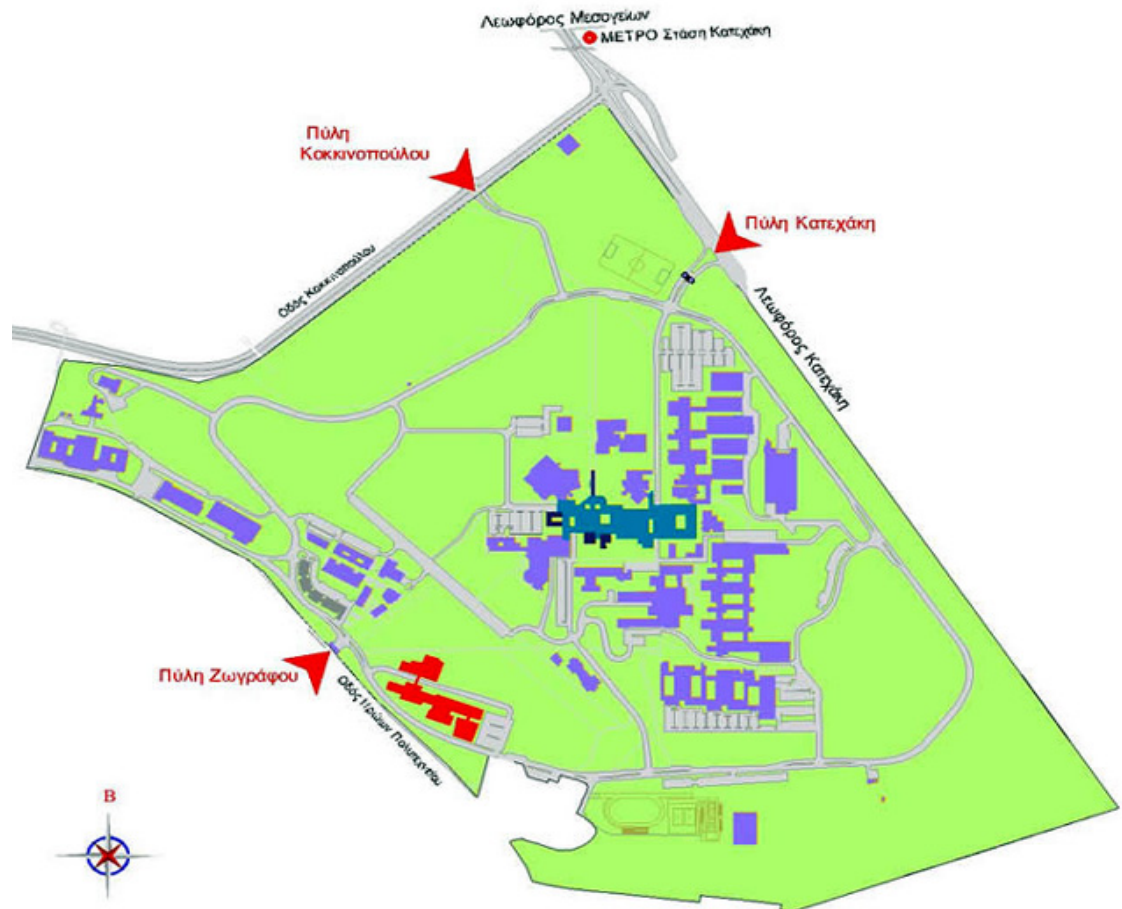


[Type text]

## 1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ

Η σχολή των Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στεγάζεται στην πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Αποτελείται από τα εξής κτίρια: το Λαμπαδάριο, το οποίο κατασκευάστηκε το 1965, και από 2 νέες πτέρυγες, το κτίριο Βέη και το κτίριο Α, που άρχισαν να κατασκευάζονται το 1997 και τα οποία λειτουργούν από το 2001.[53]

Όπως φαίνεται στο σχέδιο της γενικής διάταξης της Πολυτεχνειούπολης, τα κτίρια των τοπογράφων βρίσκονται στο νοτιοδυτικό άκρο του χώρου, πολύ κοντά στην είσοδο Ζωγράφου (βλ. Εικόνα 39). Η απόστασή τους από το δρόμο είναι μεγαλύτερη από 50 μέτρα. Καθώς χωροθετούνται σε ύψωμα τα κτίρια είναι εκτεθειμένα στους ανέμους και ιδιαίτερα σε εκείνους με βόρεια και βορειοδυτική διεύθυνση.



Εικ. 35: Σχέδιο διάταξης Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου[53]

Το κτίριο Λαμπαδαρίου είναι επίμηκες ως προς την κάτοψη, της οποίας ο μεγάλος άξονας βρίσκεται κατά τη διεύθυνση Ανατολής-Δύσης. Αρχιτεκτονικά και ογκομετρικά το κτίριο χωρίζεται σε δύο όγκους: έναν επιμήκη διάδρομο όγκο και έναν ορθογώνιο τριώροφο. Οι κύριες όψεις του κτιρίου (βόρεια και νότια) παρουσιάζουν εντελώς διαφορετική αντιμετώπιση, με τη βόρεια όψη σχεδόν διάτρητη (εικόνα 40) και τη νότια περισσότερο συμπαγή με λιγότερα ανοίγματα (εικόνα 41).



*Εικ. 36: Βορεινή όψη κτιρίου Λαμπαδαρίου*

Η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια του κτιρίου είναι ίση με 8550 τετραγωνικά μέτρα και ο συνολικός θερμαινόμενος όγκος είναι 30.520 κυβικά μέτρα. Ο συνολικός αριθμός χρηστών του κτιρίου είναι 1288, από τους οποίους 843 είναι προπτυχιακοί φοιτητές, 376 μεταπτυχιακοί, 32 ανήκουν στο διδακτικό προσωπικό και 37 στο διοικητικό προσωπικό.



*Εικ. 37: Νότια όψη κτιρίου Λαμπαδαρίου*

Από το 2001 έχουν αρχίσει να λειτουργούν και οι δύο καινούριες πτέρυγες του κτιρίου των τοπογράφων. Το κτίριο Α (εικόνες 42,43), είναι ένα τριώροφο κτίριο, ορθογωνικής κάτοψης, το οποίο βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο του Λαμπαδαρίου. Το κτίριο αυτό στεγάζει γραφεία καθηγητών και πρόσθετες αίθουσες διδασκαλίας.

Το κτίριο Βέη (εικόνες 44,45) βρίσκεται στο βορειοδυτικό άκρο του κτιρίου Λαμπαδαρίου και ενώνεται με αυτό μέσω εναέριου διαδρόμου( εικόνα 46). Στεγάζει γραφεία καθηγητών, γραφεία της γραμματείας των τοπογράφων, το γραφείο του προέδρου της σχολής καθώς και δύο αμφιθέατρα διδασκαλίας και διάφορα εργαστήρια.

Η θερμαινόμενη επιφάνεια του κτιρίου Βέη είναι 4512 τετραγωνικά μέτρα. Ο συνολικός αριθμός χρηστών είναι 1249, από τους οποίους 843 είναι προπτυχιακοί φοιτητές, 376 μεταπτυχιακοί, 16 ανήκουν στο διδακτικό προσωπικό και 12 στο διοικητικό προσωπικό.

Σύμφωνα με τη γραμματεία της σχολής, και τα τρία κτίρια έχουν το ίδιο ωράριο λειτουργίας. Κατά την περίοδο του ακαδημαϊκού έτους, όπου γίνονται μαθήματα είναι ανοιχτά από τις 7 το πρωί ως τις 8 το βράδυ. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όπως κατά την περίοδο κατατακτήριων τα κτίρια έχουν μείνει ανοιχτά και μέχρι τις 10 το βράδυ. Κατά την περίοδο όπου δεν γίνονται μαθήματα τα κτίρια κλείνουν στις 5 το απόγευμα. Και υπάρχουν και κάποιες περιόδους που είναι εντελώς κλειστά. Αυτές είναι οι τρεις πρώτες βδομάδες του Αυγούστου καθώς και κατά τις διακοπές των Χριστουγέννων και του Πάσχα. Τέλος, κλειστά παραμένουν και τα Σαββατοκύριακα, με εξαίρεση το διδακτικό προσωπικό.



Εικ. 39: Δυτική όψη κτιρίου Α



Εικ. 38: Νότια όψη κτιρίου Α

## Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



*Εικ. 40 Νοτιοανατολική πλευρά κτιρίου Βέη*



*Εικ. 41: βορεινή όψη κτιρίου Βέη*



(α)



(β)

*Εικ. 42: Εναέριος διάδρομος*

Συνοπτικά, τα στοιχεία που περιγράφηκαν παραπάνω παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

### A. Κτίριο Λαμπαδαρίο

Πίνακας 1: Στοιχεία που αφορούν την χρήση του κτιρίου Λαμπαδαρίου

Συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια:8550m <sup>2</sup>
Συνολικός θερμαινόμενος όγκος:30520m <sup>3</sup>
Αριθμός επιπέδων:4
Συνολικός αριθμός χρηστών του κτιρίου:1288
Φοιτητές:843 προπτυχιακοί και 376 μεταπτυχιακοί
Διδακτικό προσωπικό:32
Διοικητικό προσωπικό:37
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του κτιρίου:
Εργάσιμες: 7:00-20:00 για όλους τους χρήστες(κατα τη διάρκεια του καλοκαιριου που δε γίνεται μάθημα είναι ανοιχτά από 7:00-17:00)
Σαββατοκύριακα:κλειστά (με εξαίρεση το διδακτικό προσωπικό)

Πίνακας 2: Στοιχεία που αφορούν το κτίριο Λαμπαδαρίου

Το κτίριο είναι ελεύθερο από όλες τις πλευρές
Κυκλοφορία στους δρόμους γύρω από το κτίριο: υψηλή[ ] μέτρια [ ] χαμηλή[X]
Απόσταση από δρόμους με υψηλή κυκλοφορία (μ): 0-5[ ] 6-10[ ] 11-25[ ] 26-50[ ] Περισσότερο από 50[X]
Έκθεση στους ανέμους: εκτεθειμένο [X] προστατευμένο [ ]
Υπάρχουν εμπόδια στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου που να προξενούν μείωση της κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα για το φυσικό αερισμό του κτιρίου; : Όχι
Τα γειτονικά κτίρια είναι γενικά Ψηλότερα [ ] Όχι τόσο ψηλά [ ] Περίπου το ίδιο ύψος[X] Τα ύψη ποικίλλουν[ ]
Ο τομέας ή το περιβάλλον του περιέχουν στοιχεία που εμποδίζουν τον πλήρη ηλιασμό του; Το σύνολο του κτιρίου: [ ] Περισσότερο από μισό κτίριο: [ ] Περισσότερο από ένα τέταρτο του κτιρίου: [X] Καμία σκίαση: [ ]

## B. Κτίριο Βέη

Πίνακας 3: Στοιχεία που αφορούν την χρήση του κτιρίου Βέη

Συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια: 4512m <sup>2</sup>
Συνολικός θερμαινόμενος όγκος: 17140m <sup>3</sup>
Αριθμός επιπέδων:4
Συνολικός αριθμός χρηστών του κτιρίου: 1249
Φοιτητές:843 προπτυχιακοί και 376 μεταπτυχιακοί
Διδακτικό προσωπικό:16
Διοικητικό προσωπικό:14
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας του κτιρίου:
Εργάσιμες: 7:00-20:00 για όλους τους χρήστες(κατα τη διάρκεια του καλοκαιριου που δε γίνεται μάθημα είναι ανοιχτά από 7:00-17:00)
Σαββατοκύριακα:κλειστά (με εξαίρεση το διδακτικό προσωπικό)

Πίνακας 4: Στοιχεία που αφορούν το κτίριο Βέη

Το κτίριο είναι ελεύθερο από όλες τις πλευρές
Κυκλοφορία στους δρόμους γύρω από το κτίριο: υψηλή[ ] μέτρια [ ] χαμηλή[X]
Απόσταση από δρόμους με υψηλή κυκλοφορία (μ): 0-5[ ] 6-10[ ] 11-25[ ] 26-50[ ] Περισσότερο από 50[X]
Έκθεση στους ανέμους: εκτεθειμένο [X] προστατευμένο [ ]
Υπάρχουν εμπόδια στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου που να προξενούν μείωση της κυκλοφορίας του εξωτερικού αέρα για το φυσικό αερισμό του κτιρίου; : Όχι
Τα γειτονικά κτίρια είναι γενικά Ψηλότερα [ ] Όχι τόσο ψηλά [ ] Περίπου το ίδιο ύψος[X] Τα ύψη ποικίλλουν[ ]
Ο τομέας ή το περιβάλλον του περιέχουν στοιχεία που εμποδίζουν τον πλήρη ηλιασμό του; Το σύνολο του κτιρίου: [ ] Περισσότερο από μισό κτίριο: [ ] Περισσότερο από ένα τέταρτο του κτιρίου: [X] Καμία σκίαση: [ ]

## 2. ΧΡΗΣΕΙΣ

### **A.Κτίριο Λαμπαδαρίου**

Στο υπόγειο του κτιρίου Λαμπαδαρίου υπάρχουν κυρίως αποθήκες, η αποθήκη οργάνων γεωδαισίας και το κυλικείο-εντευκτήριο. Επίσης υπάρχει ένας χώρος με ντουλάπια φοιτητών. Στο βορειοδυτικό τμήμα του υπογείου υπάρχουν και κάποιοι κενοί χώροι γραφείων μελών του διδακτικού προσωπικού. Οι χρήσεις του υπογείου αποτυπώνονται σχηματικά στην εικόνα 47..

Στο ισόγειο του κτιρίου Λαμπαδαρίου υπάρχουν τέσσερις αίθουσες διδασκαλίας, μία αίθουσα διδασκαλίας ηλεκτρονικών υπολογιστών και ένα εργαστήριο προσωπικών υπολογιστών (p.c. lab). Επίσης υπάρχουν δύο αμφιθέατρα 90 και 250 θέσεων και ένα μικρό μουσείο. Τέλος στο ισόγειο στεγάζονται τα Εργαστήρια Δομικής Μηχανικής και Αγροτικής Τεχνολογίας. Οι χρήσεις του ισογείου αποτυπώνονται σχηματικά στην εικόνα 48..

Ο πρώτος όροφος του κτιρίου στεγάζει τους Τομείς Φωτογραμμετρίας και Γεωδαισίας. Οι χώροι αποτελούν κατά το μεγαλύτερο μέρος γραφεία καθηγητών. Τέλος υπάρχουν δύο αίθουσες με όργανα φωτογραμμετρίας. Οι χρήσεις του πρώτου ορόφου αποτυπώνονται σχηματικά στην εικόνα 49.

Στο δεύτερο όροφο του κτιρίου στεγάζονται οι Τομείς Τηλεπισκόπησης και Γεωδαισίας. Στον χώρο του Τομέα Τηλεπισκόπησης υπάρχει μία αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών, ενώ στο χώρο του Τομέα Γεωδαισίας, μια βιβλιοθήκη. Οι χρήσεις του δεύτερου ορόφου αποτυπώνονται στην εικόνα 50.

Πρέπει να σημειωθεί ότι και στις 4 στάθμες του κτιρίου Λαμπαδαρίου υπάρχουν κοινόχρηστοι χώροι κυκλοφορίας, όπως διάδρομοι, το κεντρικό κλιμακοστάσιο και ένα δευτερεύον κλιμακοστάσιο. Το δευτερεύον κλιμακοστάσιο, το οποίο εκτείνεται από το υπόγειο μέχρι και το δεύτερο όροφο, είναι κλειστό σε όλα τα επίπεδα. Τέλος υπάρχει και ένα τρίτο κλιμακοστάσιο, το οποίο συνδέει το υπόγειο με το ισόγειο.

### **B. Κτίριο Βέη**

Το υπόγειο του κτιρίου Βέη στεγάζει το μηχανοστάσιο, αποθήκες, βοηθητικούς χώρους της γραμματείας καθώς και τη φωτοαντιγραφική και εκτυπωτική μονάδα της σχολής. Οι χρήσεις του υπογείου αποτυπώνονται στην εικόνα 51.

Στο ισόγειο του κτιρίου Βέη υπάρχουν 2 αμφιθέατρα των 120 θέσεων. Αυτά βρίσκονται στη δυτική πτέρυγα. Στην ανατολική πτέρυγα στεγάζονται η γραμματεία της Σχολής των Τοπογράφων, το γραφείο του Προέδρου της Σχολής, μία αίθουσα συνεδριάσεων και μια βιβλιοθήκη-αναγνωστήριο. Οι χρήσεις του ισόγειου αποτυπώνονται σχηματικά στην εικόνα 52.

Στον πρώτο όροφο του κτιρίου Βέη και συγκεκριμένα στην ανατολική πτέρυγα στεγάζονται το Εργαστήριο Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Διαχείρισης Υδάτινων πόρων καθώς και η γραμματεία του συγκεκριμένου εργαστηρίου. Επίσης υπάρχει ένας χώρος για τους μεταπτυχιακούς φοιτητές των Υπολογιστικών Συστημάτων και Υποδομών, ένας χώρος διαχείρισης των ερευνητικών προγραμμάτων και μία αίθουσα συνεδριάσεων. Στη δυτική πτέρυγα βρίσκονται κυρίως γραφεία καθηγητών. Στον πρώτο όροφο του κτιρίου Βέη υπάρχει εναέριος διάδρομος που ενώνει το κτίριο Βέη με το κτίριο Λαμπαδάριο. Οι χρήσεις του πρώτου ορόφου αποτυπώνονται στην εικόνα 53.

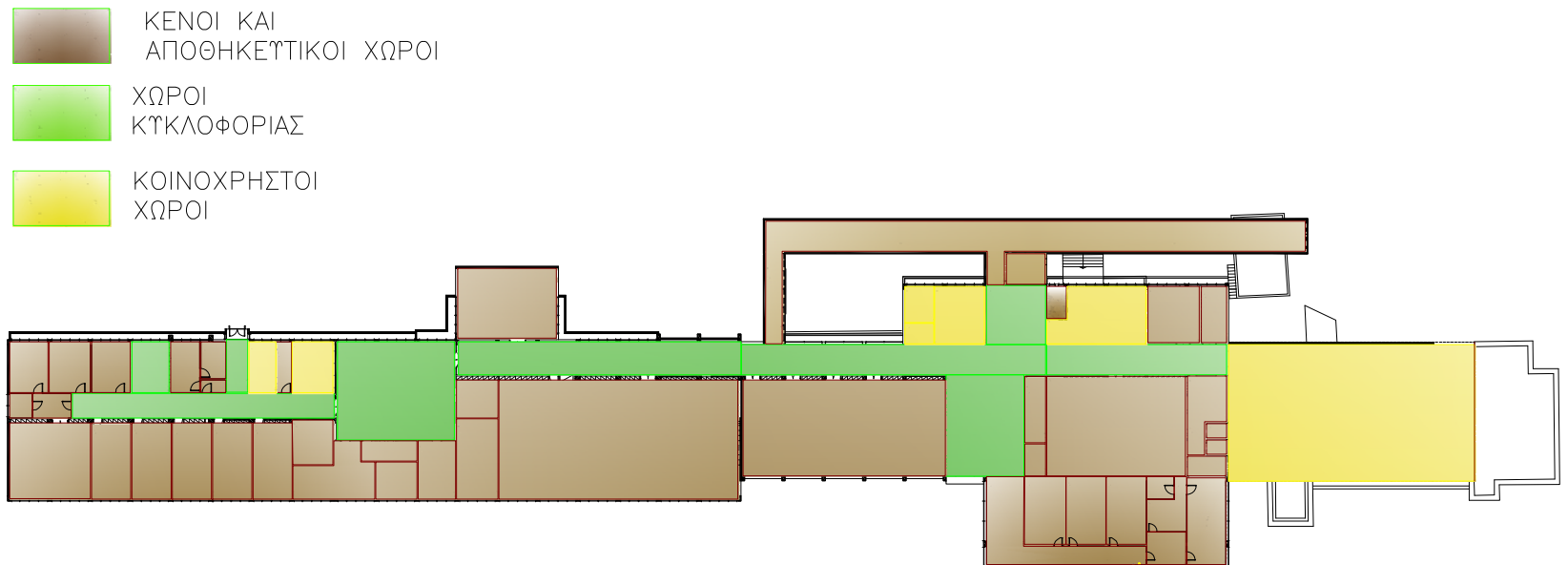
Ο δεύτερος όροφος του κτιρίου Βέη, στην ανατολική πτέρυγα περιλαμβάνει τον Τομέα Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού, το Εργαστήριο Φυσικής Γεωγραφίας και Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, τη Μονάδα Βιώσιμης Κινητικότητας, καθώς και μία αίθουσα συνεδριάσεων. Η δυτική πτέρυγα στεγάζει γραφεία καθηγητών και μία αίθουσα συσκέψεων. Οι χρήσεις του δεύτερου ορόφου αποτυπώνονται στην εικόνα 54.

Τέλος, σημειώνεται ότι και στις τέσσερις στάθμες του κτιρίου οι κοινόχρηστοι χώροι κυκλοφορίας περιλαμβάνουν διαδρόμους, το κεντρικό κλιμακοστάσιο, δύο ανελκυστήρες και δύο βοηθητικά κλιμακοστάσια. Επίσης στο κτίριο υπάρχουν δύο αίθρια, ένα στη δυτική πτέρυγα που εκτείνεται από τον πρώτο όροφο ως πάνω και ένα στην ανατολική πτέρυγα που ξεκινά από το ισόγειο και φτάνει ως το δεύτερο όροφο.

## **Γ. Κτίριο Α**

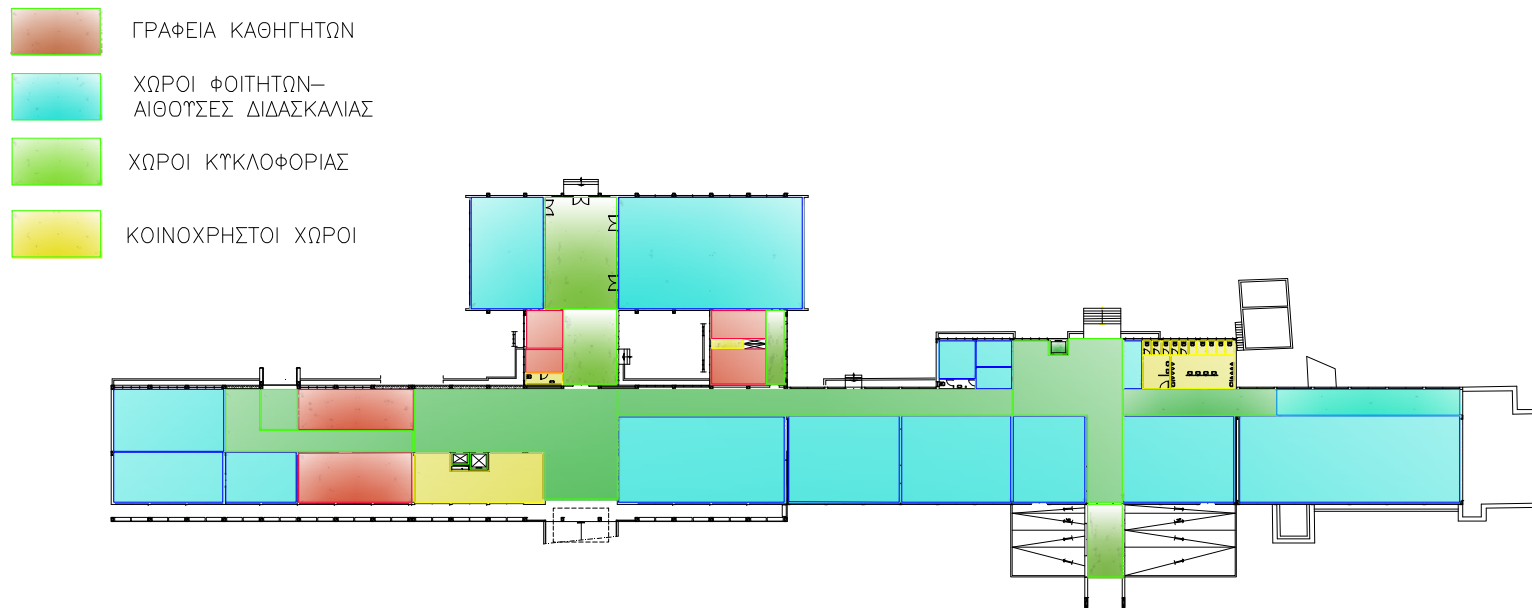
Στο ισόγειο του κτιρίου Α υπάρχουν τέσσερις αίθουσες διδασκαλίας, Ο πρώτος και ο δεύτερος όροφος αποτελούνται κυρίως από γραφεία καθηγητών. Στο υπόγειο του κτιρίου υπάρχουν βοηθητικοί χώροι και αποθήκες. Και στις τέσσερις στάθμες του κτιρίου υπάρχει ένας κύριος διάδρομος και ένα κεντρικό κλιμακοστάσιο. Το κτίριο έχει και δύο ανελκυστήρες, που εκτείνονται, όπως και το κεντρικό κλιμακοστάσιο από το υπόγειο μέχρι επάνω. Οι χρήσεις των τεσσάρων επιπέδων του κτιρίου αποτυπώνονται στις εικόνες 55,56,57 και 58.





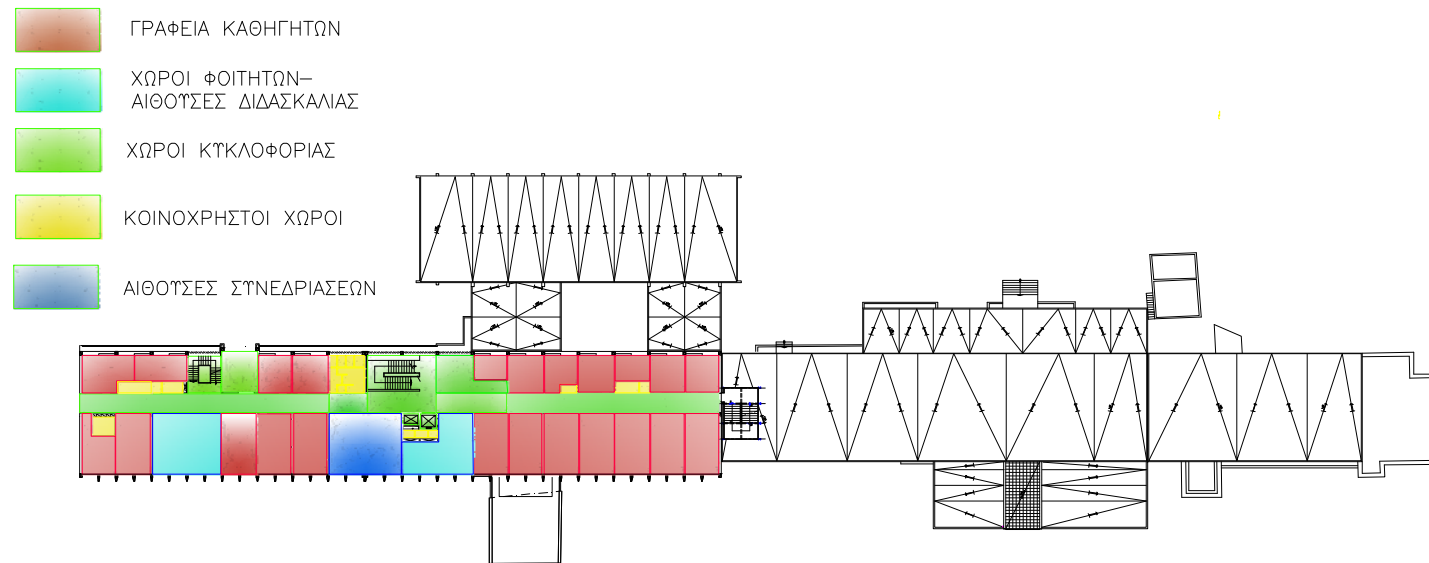
Εικ. 43: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Λαμπαδαρίου

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων

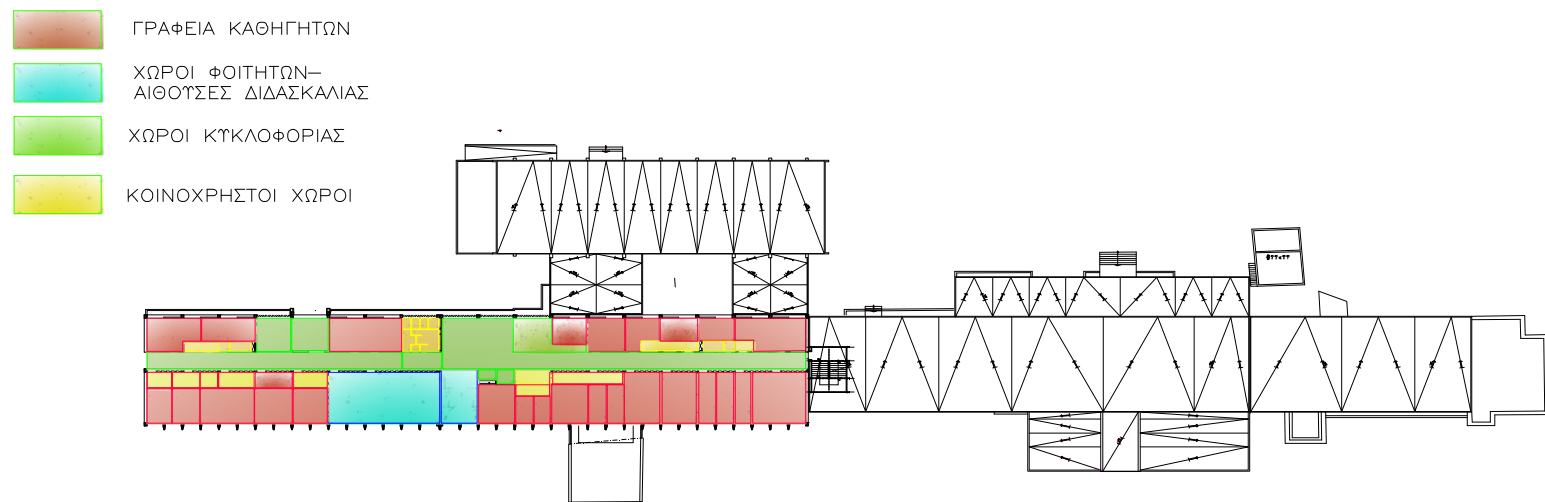


Εικ. 44 Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Λαμπαδαρίου:

## Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων

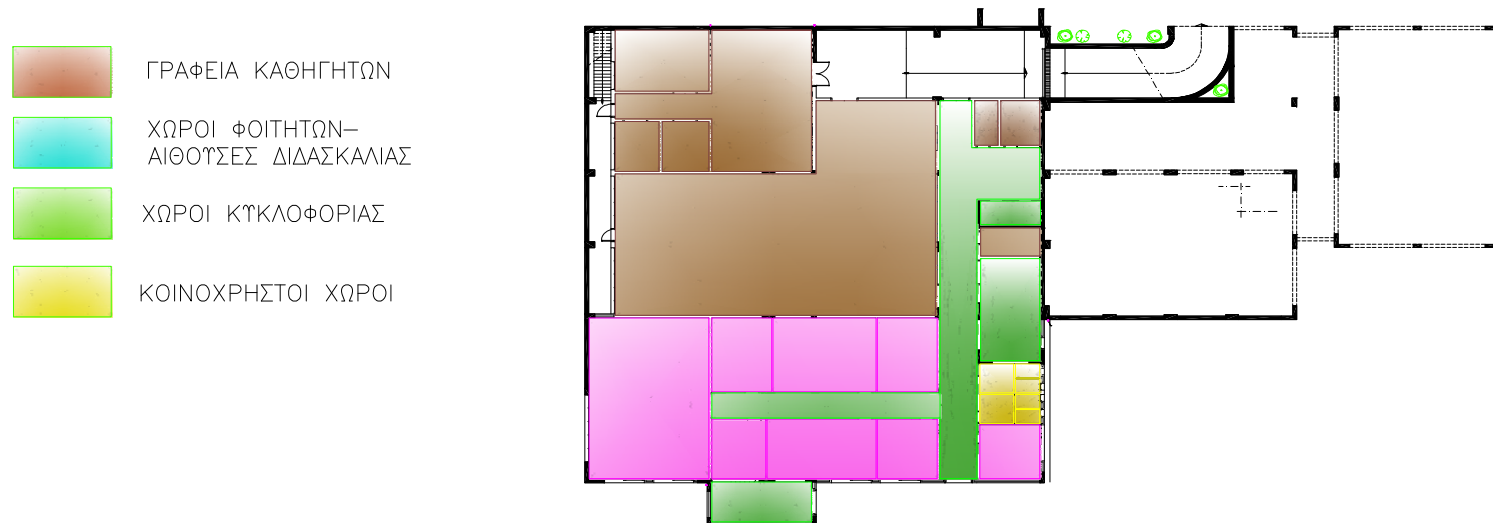


Εικ.45: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Λαμπαδαρίου



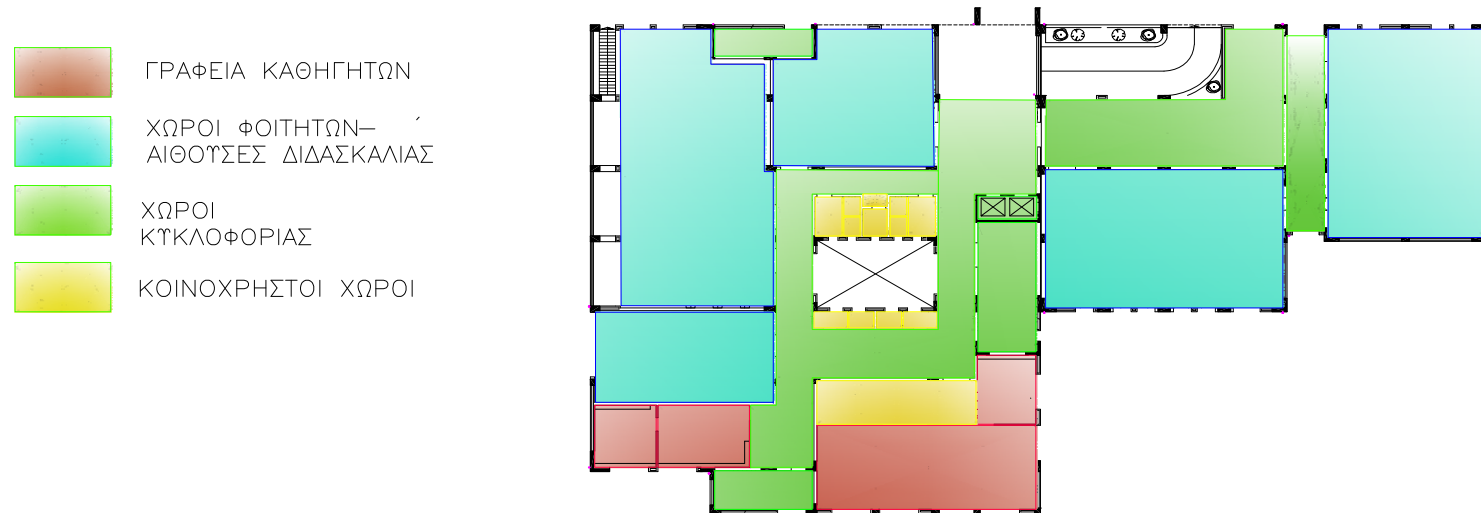
Εικ. 46: Αποτύπωση χρήσεων 'β ορόφου κτιρίου Λαμπαδαρίου

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



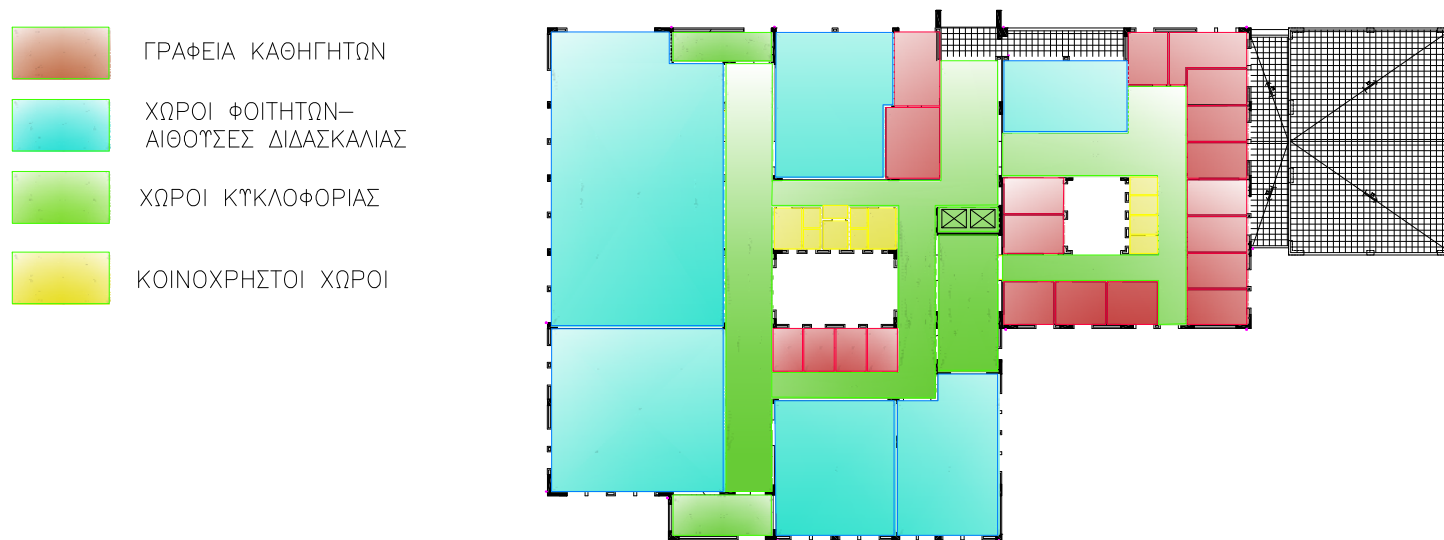
Εικ. 47: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Βέη

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



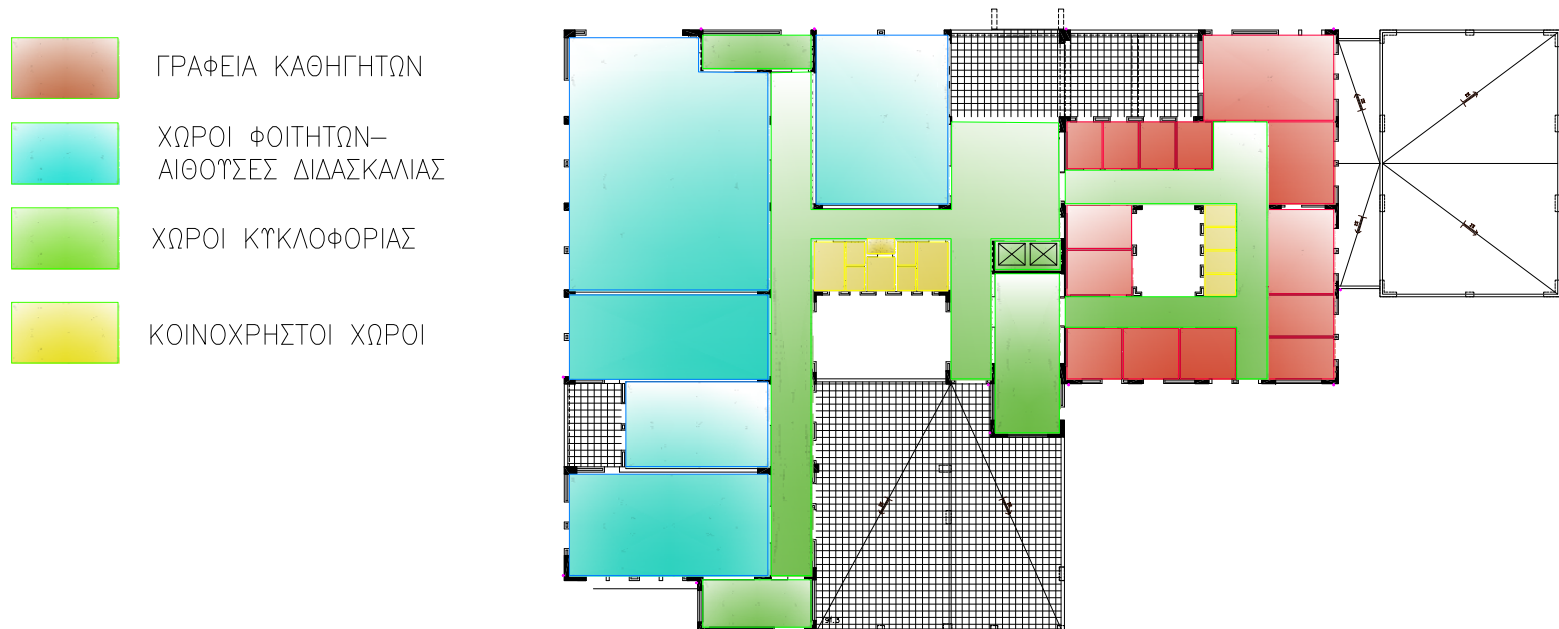
Εικ. 48: Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Βέη

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



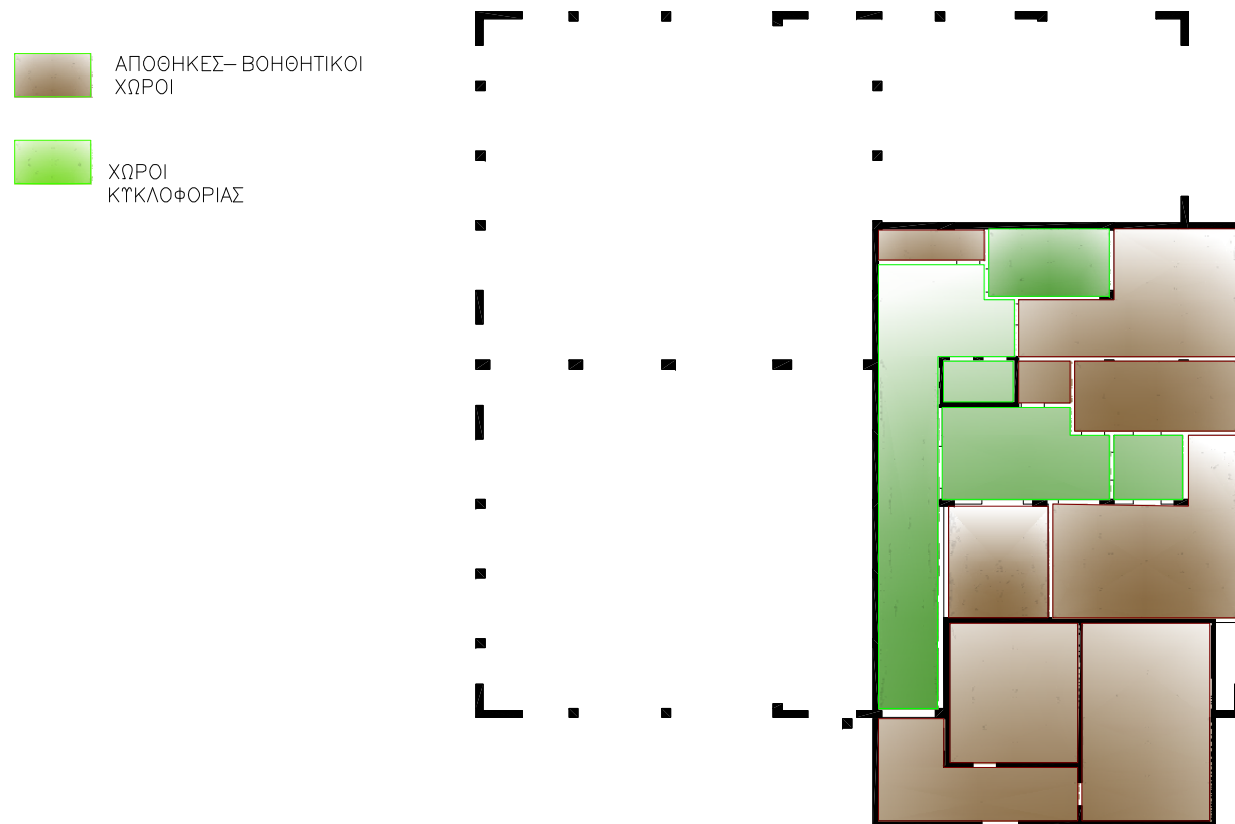
Εικ. 49: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Βέη

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων






Εικ. 50: Αποτύπωση χρήσεων 'β ορόφου κτιρίου Βέη

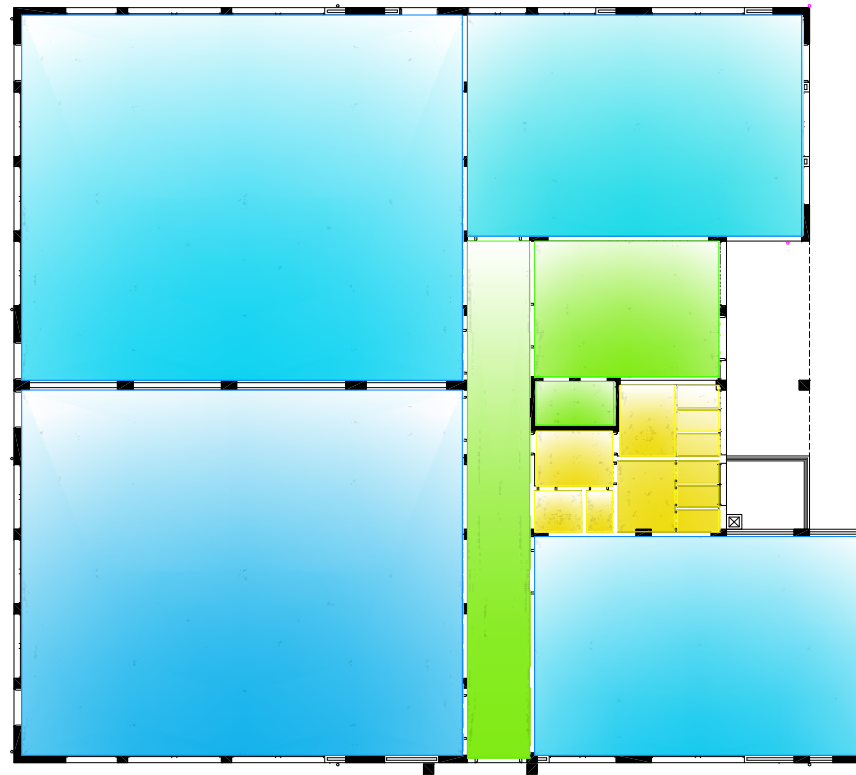




*Εικ. 51: Αποτύπωση χρήσεων υπογείου κτιρίου Α*

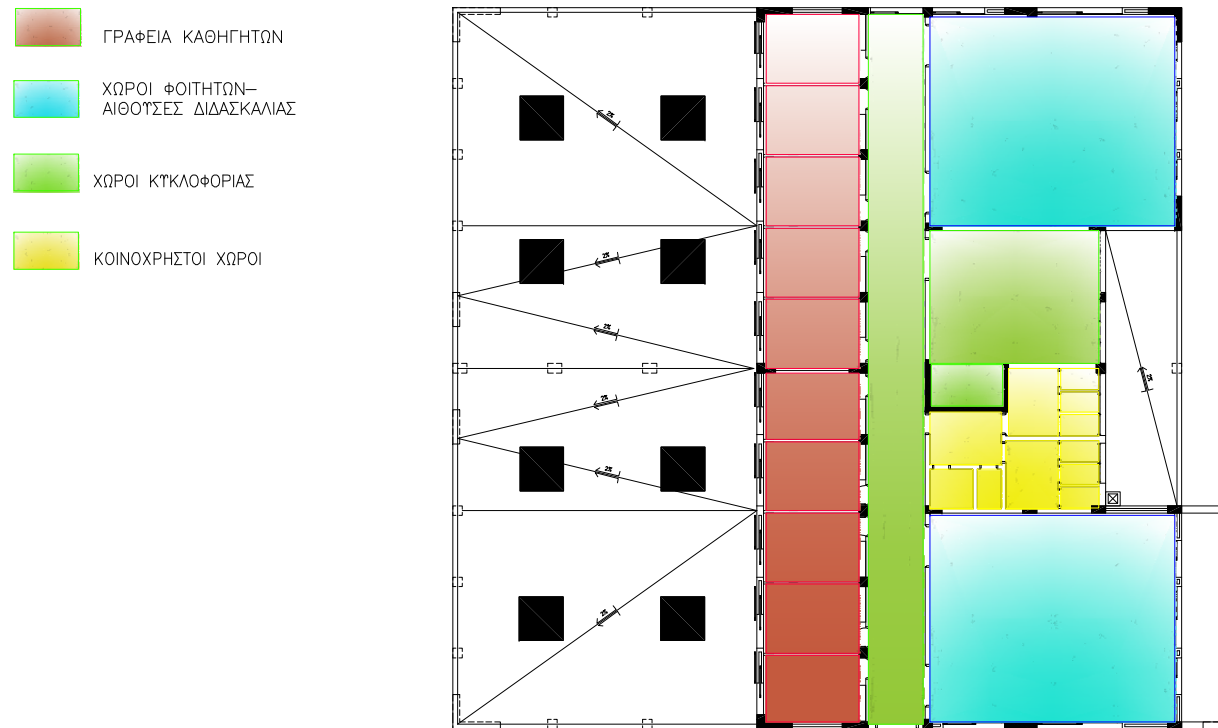
Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων

-  ΧΩΡΟΙ ΦΟΙΤΗΤΩΝ-ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
-  ΧΩΡΟΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ
-  ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ



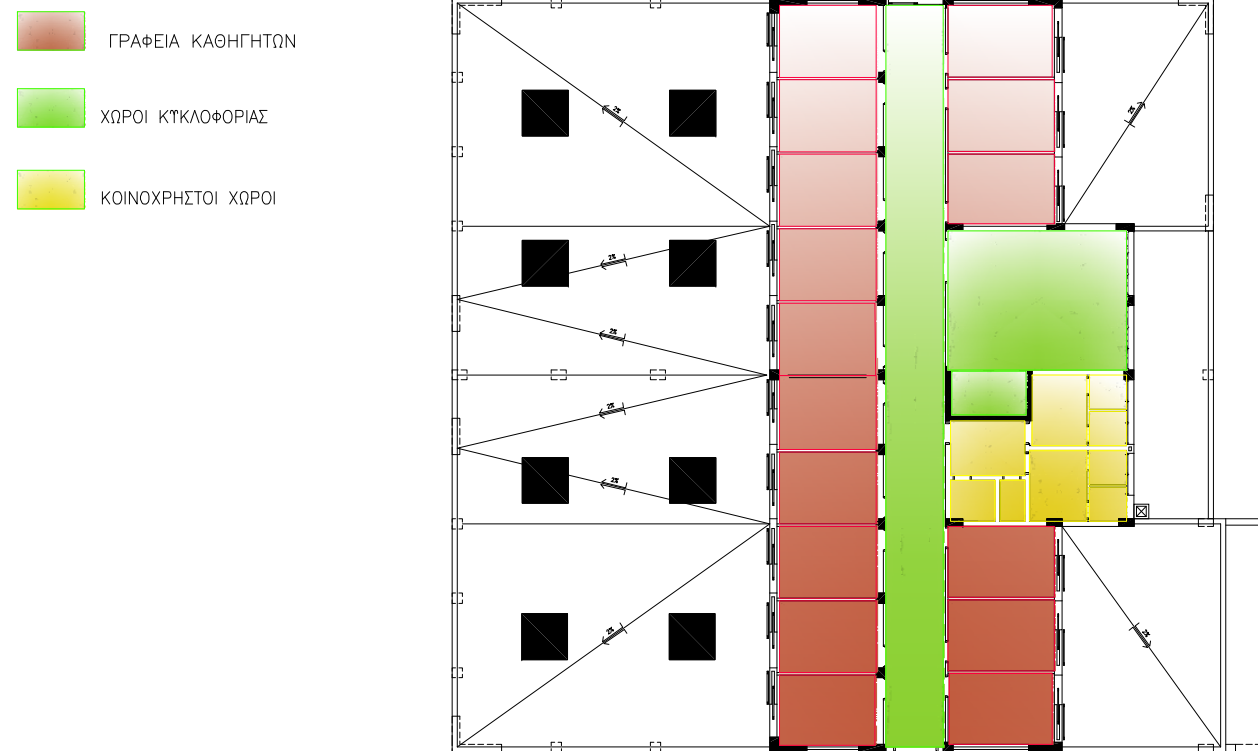
Εικ. 52: Αποτύπωση χρήσεων ισογείου κτιρίου Α

## Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



Εικ. 53: Αποτύπωση χρήσεων ά ορόφου κτιρίου Α

Μέρος 2: Ανάλυση Υπάρχουσας Κατάστασης Των Κτιρίων Των Τοπογράφων



Εικ. 54: Αποτύπωση χρήσεων 'β ορόφου κτιρίου Α

### 3. ΚΕΛΥΦΟΣ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια  $1\text{m}^2$  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 ( $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ ). [54]

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας,  $K$  δίνεται από τον τύπο:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda}$$

όπου,  $\alpha_i$  και  $\alpha_a$ : συντελεστές θερμικής μεταβίβασης,

$d$ : το πάχος του απλού μέλους της κατασκευής και

$\lambda$ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού

Οι συντελεστές θερμικής μεταβίβασης  $\alpha_i$  και  $\alpha_a$  δίνονται από τον κανονισμό θερμομόνωσης και είναι: [53]

1. Στις εσωτερικές πλευρές κλειστών χώρων με φυσική κίνηση αέρα
  - a. Επιφάνειες τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα:  
 $\alpha_i=8,14 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$
  - b. Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση θερμικής μεταβίβασης, από:
    - i. Κάτω προς τα πάνω  $\alpha_i=8,14 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$
    - ii. Πάνω προς τα κάτω  $\alpha_i=5,81 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$
2. Στις εξωτερικές πλευρές με μέση ταχύτητα ανέμου  $2\text{m}/\text{s}$  περίπου  
 $\alpha_a=23,26\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$

Παρακάτω υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας κάθε στοιχείου του κτιρίου Λαμπαδαρίου, σύμφωνα με την εργασία των Ε.Τριάντη, Φ.Μπουγιατώνη και Α.Οικονόμου, «Προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του ΕΜΠ – Κτίριο Αγρονόμων και τοπογράφων μηχανικών, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου».

Για το κτίριο Βέη, δυστυχώς, δεν υπήρχαν διαθέσιμα σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών, αλλά ούτε και όψεις ή τομές για να βρεθούν τα υλικά πλήρωσης του κάθε στοιχείου και γίνει ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των επιμέρους στοιχείων του κτιρίου. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος έγιναν κάποιες επιτόπου μετρήσεις των υψομέτρων του κάθε ορόφου, ώστε να βρεθεί το πάχος μεταξύ των ορόφων και μετά με εκτιμήσεις, δώθηκαν κάποιες τυπικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες. Λήφθηκε υπόψη η μαρτυρία του επιβλέποντα μηχανικού του κτιρίου, ότι υπήρχε θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους, όχι όμως και στις κολώνες ή στα

δοκάρια. Είναι προφανές ότι τα αποτελέσματα δεν είναι δυνατόν να είναι ακριβή, αλλά είναι επαρκή για επίπεδο διπλωματικής.

Πρέπει να σημειωθεί πως η Αθήνα ανήκει στη Β κλιματική ζώνη, επομένως σύμφωνα με το νέο κανονισμό θερμομόνωσης, ΚΕΝΑΚ(Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων), οι μέγιστες τιμές των συντελεστών θερμικής διαπερατότητας είναι για τοιχοποιία  $U_T \leq 0,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , για οροφές(δάματα)  $U_O \leq 0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  και για δάπεδα  $U_A \leq 1,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . [70]

### 3.1 Φέρων οργανισμός

#### Λαμπαδάριο

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ τα στοιχεία του οπλισμένου σκυροδέματος δε φέρουν μόνωση. Παρακάτω υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του φέροντος οργανισμού.

Πίνακας 5: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας φέροντος οργανισμού κτιρίου Λαμπαδαρίου

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Σκυρόδεμα	0,30	2,04	0,1471
Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Σύνολο			0,193

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 0,193 = 0,3589 \Leftrightarrow K = 2,786 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $2,786 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ . και είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν που ορίζεται από τον ΚΕΝΑΚ, ο οποίος είναι ίσος με  $0,6 \text{ W/m}^2$ .

#### Βέη

Πίνακας 6: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας φέροντος οργανισμού κτιρίου Βέη

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Σοβάς	0,02	0,52	0,0385
Ασφαλτόχαρτο	0,01	0,19	0,0526
Σκυρόδεμα	0,25	0,753	0,332
Σοβάς	0,02	0,52	0,0385
Σύνολο			0,4616

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 0,4616 = 0,6274 \Leftrightarrow K = 1,59 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 1,59 W/m<sup>2</sup>.K, δηλαδή μεγαλύτερος από τον επιτρεπόμενο.

### 3.2. Στοιχεία πλήρωσης

#### Λαμπαδάριο

Οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου είναι κατασκευασμένοι από συμπαγή τούβλα και δεν φέρουν μόνωση. Παρακάτω υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας τοίχου κατασκευασμένου από συμπαγή τούβλα

Πίνακας 7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου κτιρίου Λαμπαδαρίου

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Συμπαγή τούβλα	0,25	0,744	0,3360
Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Σύνολο			0,382

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 0,382 = 0,5478 \Leftrightarrow K = 1,825 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων είναι 1,825 W/m<sup>2</sup>.K. και είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν που ορίζεται από τον ΚΕΝΑΚ, ο οποίος είναι ίσος με 0,6 W/m<sup>2</sup>.K.

#### Βέη

Πίνακας 8: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου κτιρίου Βέη

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Οπτόπλινθοι	0,09	0,711	0,1266
Αέρας	0,05	0,025	2,0000
Θερμομόνωση	0,05	0,033	1,5151
Οπτόπλινθοι	0,09	0,711	0,1266

Σοβάς	0,02	0,87	0,0229
Σύνολο			3,8141

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 3,8141 = 3,9799 \Leftrightarrow K = 0,25 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων είναι ίσος με 0,25 W/m<sup>2</sup>.K, μικρότερος, δηλαδή, από τον επιτρεπόμενο.

### 3.3. Το δώμα

#### Λαμπαδάριο

Το δώμα του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η στρώση κλίσεων διαμορφώνεται από αφρομπετόν, ενώ η τελική επικάλυψη γίνεται με χαλίκια. Το δώμα δε φέρει μόνωση. Παρακάτω γίνεται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας του δώματος.

*Πίνακας 9: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δώματος κτιρίου Λαμπαδαρίου*

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Λιθόστρωτο	0,02	1,02	0,0196
Στεγάνωση	0,01	0,17	0,0588
Αφρομπετόν	0,15	0,12	1,25
Σκυρόδεμα	0,30	2,04	0,1471
Σοβάς	0,02	0,87	0,023
Σύνολο			1,4985

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 1,4985 = 1,6643 \Leftrightarrow K = 0,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 0,60W/m<sup>2</sup>K, πολύ κοντά δηλαδή στον ΚΕΝΑΚ, που είναι 0,5 W/m<sup>2</sup>K.

#### Βέη



Πίνακας 10: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δώματος κτιρίου Βέη

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Τσιμεντόπλακες	0,02	1,20	0,0167
Τσιμεντοκονίαμα	0,01	0,39	0,0256
Ελαφροσκυρόδεμα	0,10	0,209	0,4785
Ασφαλτοπίλημα	0,002	0,14	0,0143
Θερμομόνωση	0,05	0,084	0,5952
Φύλλο αλουμινίου	0,002	0,14	0,0143
Σκυρόδεμα	0,17	0,753	0,2258
Σοβάς	0,02	0,87	0,023
Σύνολο			1,3934

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{8,14} + \frac{1}{23,26} + 1,3934 = 1,5592 \Leftrightarrow K = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι 0,64W/m<sup>2</sup>K, πολύ κοντά ,δηλαδή, στον ΚΕΝΑΚ, που είναι 0,5 W/m<sup>2</sup>K.

### 3.4 Δάπεδο

#### Λαμπαδάριο

Το δάπεδο του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο ελαφρό σκυρόδεμα. Πάνω από αυτό υπάρχει στεγάνωση και η τελική επικάλυψη διαμορφώνεται με γαρμπιλομοωσαϊκό, που καλύπτεται από πλαστικό δάπεδο / πλακίδια.

Πίνακας 11: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου κτιρίου Λαμπαδαρίου

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική Αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Μωσαϊκό	0,02	1,05	0,019
Στεγάνωση	0,01	0,17	0,0588
Σκυρόδεμα	0,15	0,67	0,2239
Χαλίκια	0,25	0,70	0,3571
Σύνολο			0,6589

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{5,81} + \frac{1}{23,26} + 0,6589 = 0,8247 \Leftrightarrow K = 1,21 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου είναι ίσος 1,21 W/m<sup>2</sup>K. Είναι μικρότερος από αυτόν που ορίζεται από τον ΚΕΝΑΚ, που για τη β' κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει η Αθήνα είναι 1,5 W/m<sup>2</sup>K, επομένως είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

## Βέη

Πίνακας 12: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου κτιρίου Βέη

Υλικό	Πάχος d (m)	Θερμική αγωγιμότητα λ (W/Mk)	d/λ
Πλακάκια επίστρωσης	0,02	1,05	0,019
Τσιμεντοκονίαμα	0,01	0,39	0,0256
Στεγάνωση	0,01	0,17	0,0588
Σκυρόδεμα	0,15	0,753	0,1992
Χαλίκια	0,10	1,3	0,0769
Σύνολο			0,3795

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{1}{\alpha_a} + \sum \frac{d}{\lambda} = \frac{1}{5,81} + \frac{1}{23,26} + 0,3795 = 0,5453 \Leftrightarrow K = 1,83 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δαπέδου είναι 1,83 W/m<sup>2</sup>K. και είναι μεγαλύτερος από τον επιτρεπόμενο, ο οποίος είναι ίσος με 1,5 W/m<sup>2</sup>K.

### 3.5 Ανοίγματα

#### **Κτίριο Λαμπαδάριο**

Τα πλαίσια των ανοιγμάτων του κτιρίου Λαμπαδαρίου είναι μεταλλικά και συρόμενα κατά κύριο λόγο. Αρκετά από τα μεταλλικά πλαίσια έχουν αντικατασταθεί με καινούρια μεταλλικά με διπλά τζάμια. Παρακάτω δίνονται οι επιφάνειες των ανοιγμάτων σε κάθε επίπεδο του κτιρίου Λαμπαδαρίου, όπως είχαν υπολογιστεί στην εργασία των Ε.Τριάντη, Φ.Μπουγιατώνη και Α.Οικονόμου, «Προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του ΕΜΠ – Κτίριο Αγρονόμων και τοπογράφων μηχανικών, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου».

Πίνακας 13:Επιφάνειες ανοιγμάτων σε κάθε επίπεδο του κτιρίου Λαμπαδαρίου

<b>Ι Σ Ο Γ Ε Ι Ο</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
17 ΦΕΓΓΙΤΕΣ * $(0,7*3,7)=17*2,59=44,03$ τ.μ.
12 ΣΥΡΟΜΕΝΑ * $(1,1*3,7)=12*4,07=48,84$ τ.μ.
5 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ * $(2,3*3,7)=5*8,51=42,55$ τ.μ.
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ-Β ΤΜΗΜΑ</b>
18 ΦΕΓΓΙΤΕΣ* $(0,7*3,7)=18*2,59=46,62$ τ.μ.
18 ΣΥΡΟΜΕΝΑ * $(1,1*3,7)=18*4,07=73,26$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
3 ΠΑΡΑΘΥΡΑ * $(2,3*1,85) = 3*4,255=12,765$ τ.μ.
5 ΦΕΓΓΙΤΕΣ* $(0,7*3,7)=5*2,59=12,95$ τ.μ.
4 ΣΥΡΟΜΕΝΑ * $(1,1*3,7)=4*4,07=16,28$ τ.μ.
4 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ * $(3,3*3,7)=4*12,21=48,84$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ-Β ΤΜΗΜΑ</b>
18 ΦΕΓΓΙΤΕΣ* $(0,7*3,7)=18*2,59=46,62$ τ.μ.
10 ΣΥΡΟΜΕΝΑ * $(1,1*3,7)=10*4,07=40,7$ τ.μ
<b>Π Ρ Ω Τ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
36 ΠΑΡΑΘΥΡΑ * $(2,0*1,7)=36*3,4=122,4$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
12 ΠΑΡΑΘΥΡΑ * $(2,3*1,85)=12*4,255=51,06$ τ.μ.
1 ΦΕΓΓΙΤΗΣ* $(0,7*3,7)=1*2,59=2,59$ τ.μ.
4 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ * $(3,2*3,7)=4*11,84=47,36$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
1 ΠΑΡΑΘΥΡΟ* $(2,3*2,5)=1*5,75=5,75$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
1 ΠΑΡΑΘΥΡΟ* $92,3*2,5)=1*5,75=5,75$ τ.μ.
<b>Δ Ε Υ Τ Ε Ρ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
36 ΠΑΡΑΘΥΡΑ * $(2,0*1,7)=36*3,4=112,4$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
12 ΠΑΡΑΘΥΡΑ * $(2,3*1,85)=12*4,255=51,06$ τ.μ.
1 ΦΕΓΓΙΤΗΣ* $(0,7*3,7)=1*2,59=2,59$ τ.μ.
4 ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ * $(3,2*3,7)=4*11,84=47,36$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ-Α ΤΜΗΜΑ</b>
1 ΠΑΡΑΘΥΡΟ* $(2,3*2,5)=1*5,75=5,75$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ- Α ΤΜΗΜΑ</b>
1 ΠΑΡΑΘΥΡΟ* $(2,3*2,5)=1*5,75=5,75$ τ.μ.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων είναι ίσος με  $5,8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  για μονά υαλοστάσια και  $3,3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  για διπλά. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, για τη Β κλιματική ζώνη, στην οποία ανήκει η Αθήνα, απαιτούνται διπλά υαλοστάσια στο βόρειο, δυτικό, βορειοδυτικό, και βορειανατολικό προσανατολισμό.

### Κτίριο Βέη

Το κτίριο Βέη, όπως αναφέρθηκε, κατασκευάστηκε πολύ μετά το Λαμπαδάριο, οπότε τα ανοίγματα φέρουν μεταλλικά πλαίσια και διπλά τζάμια. Παρακάτω υπολογίζονται οι επιφάνειες των ανοιγμάτων του κτιρίου Βέη σε κάθε επίπεδο και ανά κατεύθυνση, καθώς επίσης και οι επιφάνειες των ανοιγμάτων των δύο αιθρίων του κτιρίου. Πρέπει να σημειωθεί πως λόγω έλλειψης σχεδίων όψεων δεν υπήρχαν τα ύψη των ανοιγμάτων. Για τον υπολογισμό των επιφανειών έγιναν επιτόπου μετρήσεις των αντίστοιχων ανοιγμάτων.

Πίνακας 14: Επιφάνειες ανοιγμάτων κτιρίου Βέη

<b>Υ Π Ο Γ Ε Ι Ο</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$4*(2,6*1,8)=4*4,68=18,72\text{ τ.μ.}$
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$2*(3,0*0,9)=2*2,7=5,4\text{ τ.μ.}$
$3*(4,8*0,9)=3*4,32=12,96\text{ τ.μ.}$
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$1*(2,6*1,5)=1*3,9=3,9\text{ τ.μ.}$
$1*(1,9*0,5)=1*0,95=0,95\text{ τ.μ.}$
$4*(0,5*0,5)=4*0,25=1,0\text{ τ.μ.}$
<b>Ι Σ Ο Γ Ε Ι Ο</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$4*(2,6*1,8)=4*4,68=18,72\text{ τ.μ.}$
$1*(1,8*1,8)=1*3,24=3,24\text{ τ.μ.}$
$2*(2,4*1,8)=2*4,32=8,64\text{ τ.μ.}$
$3*(1,2*1,5)=3*1,8=5,4\text{ τ.μ.}$
$2*(1,2*2,5)=2*3,0=6,0\text{ τ.μ.}$
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$4*(1,2*1,5)=4*1,8=7,2\text{ τ.μ.}$
$1*(2,4*2,4)=1*5,76=5,76\text{ τ.μ.}$
$3*(3,4*1,9)=3*6,46=19,38\text{ τ.μ.}$

$2*(3,4*1,8)=2*6,12=12,24$ τ.μ.
$2*(1,8*1,8)=2*3,24=6,48$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$5*(4,8*1,9)=5*9,12=45,6$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$2*(2,6*1,8)=2*4,68=9,36$ τ.μ.
$1*(0,8*1,5)=1*1,2=1,2$ τ.μ.
$4*(1,2*1,5)=4*1,8=7,2$ τ.μ.
<b>Π Ρ Ω Τ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$11*(1,2*2,5)=11*3,0=33,0$ τ.μ.
$1*(1,8*1,8)=1*3,24=3,24$ τ.μ.
$4*(1,1*2,5)=4*2,75=11,0$ τ.μ.
$2*(1,2*1,5)=2*1,8=3,6$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$3*(1,2*2,5)=3*3,0=9,0$ τ.μ.
$4*(3,6*1,8)=4*6,48=25,92$ τ.μ.
$3*(1,8*1,8)=3*3,24=9,72$ τ.μ.
$1*(2,4*1,8)=1*4,32=4,32$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$4*(1,2*2,5)=4*3,0=12,0$ τ.μ.
$7*(2,2*1,8)=7*3,96=27,72$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$1*(0,8*1,5)=1*1,2=1,2$ τ.μ.
$12*(1,2*2,5)=12*3,0=36$ τ.μ.
<b>Δ Ε Υ Τ Ε Ρ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$7*(1,2*2,5)=7*3,0=21,0$ τ.μ.
$1*(1,8*1,8)=1*3,24=3,24$ τ.μ.
$2*(1,2*1,5)=2*1,8=3,6$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$3*(1,2*2,5)=3*3,0=9,0$ τ.μ.
$2*(3,6*1,8)=2*6,48=12,96$ τ.μ.
$3*(1,8*1,8)=3*3,24=9,72$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$7*(2,2*1,8)=7*3,96=27,72$ τ.μ.
$4*(1,2*2,5)=4*3,0=12,0$ τ.μ.

<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$10*(1,2*2,5)=10*3,0=30,0$ τ.μ.
$1*(0,8*1,5)=1*1,2=1,2$ τ.μ.
$1*(1,0*1,5)=1*1,5=1,5$ τ.μ.

### Αίθρια κτιρίου Βέη

Πίνακας 15: Επιφάνειες ανοιγμάτων μεγάλου αιθρίου του κτιρίου Βέη

<b>Ι Σ Ο Γ Ε Ι Ο</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$4*(0,9*0,5)=4*0,45=1,8$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$5*(0,6*0,5)=5*0,3=1,5$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$2*(1,0*1,5)=2*1,5=3,0$ τ.μ.
$1*(1,0*2,2)=1*2,2=2,2$ τ.μ.
<b>Π Ρ Ω Τ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$4*(0,9*1,5)=4*1,35=5,4$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$5*(0,5*0,6)=5*0,3=1,5$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>Δ Ε Υ Τ Ε Ρ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$5*(0,5*0,6)=5*0,3=1,5$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.

Πίνακας 16: Επιφάνειες ανοιγμάτων του μικρού αιθρίου του κτιρίου Βέη

<b>Π Ρ Ω Τ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$2(1,0*1,5)=2*1,5=3,0$ τ.μ.
$1*(1,0*2,2)=1*2,2=2,2$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$2*(1,0*1,5)=2*1,5=3,0$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$4*(0,6*0,5)=4*0,3=1,2$ τ.μ.
<b>Δ Ε Υ Τ Ε Ρ Ο Σ Ο Ρ Ο Φ Ο Σ</b>
<b>ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ</b>
$3*(1,0*1,5)=3*1,5=4,5$ τ.μ.
<b>ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$2*(1,0*1,5)=2*1,5=3,0$ τ.μ.
<b>ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ</b>
$4*(0,6*0,5)=4*0,3=1,2$ τ.μ.

## 6. Ηλιοπροστασία

### Κτίριο Λαμπαδάρι

Ο τρόπος ηλιοπροστασίας των νότιων ανοιγμάτων στους ορόφους πραγματοποιείται σήμερα με συρόμενα, ξύλινα πατζούρια, τα οποία είναι χειροκίνητα και δύσχρηστα. Από την επιτόπια έρευνα έγινε αντιληπτό ότι αρκετοί χρήστες επιλέγουν να τα διατηρούν κλειστά καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας, ακριβώς επειδή είναι δύσχρηστα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μειώνονται σημαντικά τα επίπεδα φωτισμού του κτιρίου και κατά συνέπεια να απαιτείται η χρήση τεχνητού φωτισμού. Επιπλέον διατηρώντας τα κλειστά, μειώνονται τα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια του χειμώνα, καθώς και η δυνατότητα φυσικού αερισμού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικ..55:Νότια ανοίγματα ορόφων



Εικ. 56:Νότια ανοίγματα ισογείου

Τα ανοίγματα της νότιας όψης του ισογείου δε διαθέτουν κανενός είδους ηλιοπροστασία, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη ηλιακή πρόσπτωση στους κοινόχρηστους διαδρόμους Αυτό από τη μία είναι καλό τους χειμερινούς μήνες που υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις θέρμανσης, λόγω των μεγάλων θερμικών κερδών, αλλά είναι ενοχλητικό κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Όσον αφορά στην οπτική άνεση, τα επίπεδα του φωτισμού είναι ιδιαίτερα υψηλά με αποτέλεσμα να μην απαιτείται καθόλου τεχνητός φωτισμός κατά τη διάρκεια των ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια.

Ο χώρος του κεντρικού κλιμακοστασίου σκιάζεται από κατακόρυφες μεταλλικές περσίδες λευκού χρώματος. Οι περσίδες αυτές δεν επιτρέπουν την άμεση ηλιακή



πρόσπτωση καθ'όλη τη διάρκεια της ημέρας και του χρόνου. Κατά συνέπεια οι χώροι αυτοί έχουν διάχυτο και ομοιόμορφο φυσικό φωτισμό. Ωστόσο, δεν επιτρέπεται η διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την περίοδο θέρμανσης, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση των θερμικών κερδών.



*Εικ. 57: Ηλιοπροστασία νότιων υαλοστασίων*

### **Κτίριο Βέη**

Ο τρόπος ηλιοπροστασίας των νότιων ανοιγμάτων του κτιρίου Βέη γίνεται μόνο από το εσωτερικό του κτιρίου και κυρίως με κινητές περσίδες. Οι περσίδες ρυθμίζουν την είσοδο ή μη των ακτίνων του ηλίου στο κτίριο επηρεάζοντας την εσωτερική θερμοκρασία και την ένταση του φωτός. Επιπλέον εφόσον οι περσίδες είναι κινητές προσφέρουν καλύτερη σχέση φωτισμού και ηλιασμού, με την ευελιξία στη ρύθμιση της κλίσης ανάλογα με τις εσωτερικές απαιτήσεις της κάθε χρονικής περιόδου. Δηλαδή με σωστή ρύθμιση μπορούν να προσφέρουν επαρκή φωτισμό σε ένα χώρο, χωρίς να εισέρχεται η ηλιακή ακτινοβολία σε αυτόν.

Ένας ακόμη τρόπος ηλιοπροστασίας που χρησιμοποιείται στα νότια ανοίγματα του κτιρίου Βέη είναι τα εσωτερικά άσπρα ρολλά, τα οποία εντοπίζονται στο αμφιθέατρο του ισογείου. Τόσο τα ρολλά, όσο και οι εσωτερικές περσίδες δεν είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος ηλιοπροστασίας αφού στην ουσία δεν σταματούν τον ήλιο πριν μπει στο κτίριο.



*Εικ. 59: Νότια ανοίγματα κτιρίου Βέη*



*Εικ.58: Νότια ανοίγματα αμφιθεάτρου*

Τα κεντρικά ανοίγματα της νότιας όψης του δεύτερου ορόφου δε διαθέτουν κανενός είδους ηλιοπροστασίας. Συνεπώς, υπάρχει μεγάλη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στους κοινόχρηστους χώρους, που οδηγεί σε υπερθέρμανση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Κατά τη διάρκεια του χειμωνα βέβαια αυξάνει τα θερμικά κέρδη του κτιρίου, το οποίο είναι και το επιθυμητό. Όσον αφορά στην οπτική άνεση, το επίπεδο φωτισμού είναι ιδιαίτερα υψηλό, με αποτέλεσμα να μην απαιτείται φωτισμός κατά τη διάρκεια ημερών με μεγάλη ηλιοφάνεια.



*Εικ.60: Νότια ανοίγματα δεύτερου ορόφου*

Τα αίθρια του κτιρίου δε διαθέτουν καμία εξωτερική σκίαση και καμία εσωτερική προς τις πλευρές που βρίσκονται οι διάδρομοι. Κατά συνέπεια υπάρχει μεγάλη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στους κοινόχρηστους χώρους. Αυτό όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι καλό από τη μία γιατί υπάρχει άπλετο φως αλλά το καλοκαίρι μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα υπερθέρμανσης . Πρέπει πάντως να σημειωθεί πως στα γραφεία που βλέπουν προς τα αίθρια υπάρχουν εσωτερικές οριζόντιες περσίδες.

### **Κτίριο Α**

Στο κτίριο Α, όπως και στο κτίριο Βέη ο τρόπος ηλιοπροστασίας των νότιων ανοιγμάτων γίνεται με κινητές περσίδες στους ορόφους και άσπρα ρολλά στις αίθουσες του ισογείου.

#### 4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση ενός χώρου μπορούν να χωριστούν σε προσωπικές μεταβλητές (όπως η δραστηριότητα και η ένδυση) και σε περιβαλλοντικές μεταβλητές (όπως η θερμοκρασία του αέρα, η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, η ταχύτητα του αέρα και η υγρασία του αέρα). Αυτή η δεύτερη ομάδα εξαρτάται άμεσα από το σχεδιασμό του κτιρίου και τα συστήματα ψύξης και θέρμανσης αυτού.

Όσον αφορά στη θέρμανση των κτιρίων, από το 2007 και μετά, εγκαταστάθηκε σύστημα λεβητα-καυστήρα φυσικού αερίου. Μέχρι τότε υπήρχε λέβητας πετρελαίου. Ο μετρητής φυσικού αερίου εγκαταστάθηκε το Μάρτιο του 2010 οπότε δεν υπάρχουν στοιχεία για μετρήσεις κατανάλωσης.

Συγκεκριμένα, στο κτίριο Λαμπαδαρίου υπάρχουν 2 λέβητες ισχύος 760 KW και 810 KW αντίστοιχα. Όμως το κτίριο μπορεί να λειτουργήσει άνετα και με τον ένα μόνο λέβητα. Στο κτίριο Βέη είναι εγκατεστημένος λέβητας ισχύος 410 KW. Ένας ακόμη λέβητας ισχύος 240 KW υπάρχει στο κτίριο Α, ο οποίος λόγω της αυξημένης ζήτησης λειτουργεί κατά 90% περίπου τις κρύες μέρες του χειμώνα.

Όσον αφορά στην ψύξη, στο κτίριο Λαμπαδάριο, έχουμε ένα κεντρικό σύστημα ψύξης που καλύπτει τα δύο αμφιθέατρα του ισογείου, με ηλεκτρική κατανάλωση ίση με 60 KW και αποδιδόμενη ψύξη ίση με 150 KW ή 32 RT(ψυκτικοί τόνοι). Στους υπόλοιπους χώρους λειτουργούν διαιρούμενου τύπου κλιματιστικά, τα οποία ελέγχονται από τους επιμέρους χρήστες. Στο κτίριο Βέη, έχουμε κεντρικό σύστημα ψύξης με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 186,7 KW και αποδιδόμενη ψύξη ίση με 468 KW. Από τα 468 KW τα 56 KW χρησιμοποιούνται για το σύστημα εξαερισμού, ενώ τα υπόλοιπα κατανέμονται σ'ολο το κτίριο στις επιμέρους μονάδες F/C.

Τόσο τα συστήματα ψύξης, όσο και τα συστήματα θέρμανσης δε λειτουργούν καθ'όλη τη διάρκεια που είναι αναμμένα. Μόλις πιάσουν την επιλεγμένη θερμοκρασία σταματάει η λειτουργία τους και αρχίζουν να λειτουργούν ξανά όταν χρειαστεί. Για παράδειγμα, το σύστημα ψύξης, για εξωτερική θερμοκρασία λιγότερη από 35C, λειτουργεί, κατ'εκτίμηση στο 80%. Μπορεί όμως κάτω υπό κάποιες συνθήκες να λειτουργεί και σε μικρότερο ποσοστό. Αντίστοιχα και το σύστημα θέρμανσης δε λειτουργεί στο 100%. Αυτό έχει ως συνέπεια η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας να είναι μικρότερη από την αποδιδόμενη ενέργεια.

Τα κεντρικά συστήματα ψύξης και θέρμανσης λειτουργούν από τις 7:30 το πρωί έως τις 17:30 το απόγευμα τις καθημερινές και παραμένουν κλειστά τα Σαββατοκύριακα. Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί κατά μέσο όρο από τα μέσα Νοεμβρίου έως τα τέλη Απριλίου. Το σύστημα ψύξης συνήθως λειτουργεί από τα μέσα Μαΐου έως και αρχές Οκτώβρη, με εξαίρεση το μήνα Αύγουστο και για όσο το κτίριο παραμένει κλειστό. Οι ημερομηνίες που λειτουργούν τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης βέβαια, αλλάζουν

από χρονιά σε χρονιά καθώς είναι εξαρτώμενες από τον καιρό. Οι επίμερους μονάδες ψύξης που υπάρχουν στο κτίριο Λαμπαδαρίου ελέγχονται ατομικά από τον κάθε χρήστη οπότε οι ώρες λειτουργίας τους εξαρτώνται αποκλειστικά από την αίσθηση θερμικής άνεσης του κάθε χρήστη.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της τεχνικής υπηρεσίας, η οποία έλαβε υπόψην της τα τιμολόγια πετρελαίου(πριν το 2007) και φυσικού αερίου(απο το 2007 και μετά), εξάχθηκε ο παρακάτω πίνακας:

*Πίνακας 17: Στοιχεία για τη θέρμανση των κτιρίων*

ΚΤΙΡΙΟ	ΘΕΡΜΑΙΝΟΜ ΕΝΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (m <sup>2</sup> )	ΙΣΧΥ Σ (KW <sub>h</sub> )	ΕΚΤΙΜΩΜΕΝ Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣ Η (KW <sub>h</sub> )	ΚΟΣΤΟΣ ΚΙΛΟΒΑΤΩΡΑ Σ (€/KW <sub>h</sub> )	ΚΟΣΤΟ Σ (€)
Λαμπαδάριο	8555	1560	450000	0,07	31500
Βέη	4512	410	180000	0,07	12600
Κτίριο Α	1870	240	80000	0,07	5600
ΣΥΝΟΛΟ	14937	2210	710000	0,07	49700

## 5 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

### 5.1 Γενικά Στοιχεία

Ως θερμική άνεση, ορίζονται οι συνθήκες στις οποίες ευρισκόμενο ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή. Είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα, το οποίο εξαρτάται και επηρεάζεται από έναν μεγάλο αριθμό παραγόντων. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμική άνεση χωρίζονται ως εξής [55]:

#### 1.Φυσικές παράμετροι

Θερμοκρασία του αέρα [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα [Pa]

Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα [m/s]

Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

#### 2.Βιολογικές παράμετροι

Το φύλλο των χρηστών του χώρου

Η ηλικία των χρηστών του χώρου

Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου

#### 3.Εξωτερικές παράμετροι.

Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου [met] ( $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$ )

Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου [clo] ( $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ )

Μπορούμε να θεωρήσουμε ότι κατά τους χειμερινούς μήνες μια θερμοκρασία αέρα 20 έως 22 $^{\circ}\text{C}$  είναι αποδεκτή ως θερμοκρασία άνεσης. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία του αέρα δεν εξαρτάται μόνο από τα συστήματα θέρμανσης, αλλά και από τα άμεσα ηλιακά κέρδη καθώς και από τα εσωτερικά κέρδη (αριθμός χρηστών ενός χώρου, ηλεκτρονικές συσκευές που λειτουργούν σε αυτόν).

Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες τα επίπεδα των εσωτερικών θερμοκρασιών μπορούν να μετατεθούν στους 27 με 30 $^{\circ}\text{C}$  με την προϋπόθεση ότι εξασφαλίζεται ρεύμα αέρα ταχύτητας πάνω από 1 μέτρο ανά δευτερόλεπτο.

### 5.2 Μετρήσεις Θερμοκρασίας και υγρασίας

Κατά τη διάρκεια των μηνών Ιουνίου και Ιουλίου 2009 πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις θερμοκρασίας σε διάφορα επίπεδα των κτιρίων Λαμπαδαρίου και Βέη, και σε διαφορετικούς προσανατολισμούς, με τη βοήθεια θερμοϋγρομέτρων. Στη συνέχεια, οι μετρήσεις αυτές συνδυάστηκαν με τις μετρήσεις εξωτερικών θερμοκρασιών και υγρασίας, που πραγματοποιούνται από τον Υδρομετεωρολογικό Σταθμό του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ, που βρίσκεται μέσα στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Στόχος αυτών των μετρήσεων ήταν να διερευνηθεί η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων και οι συνθήκες θερμικής άνεσης σε σχέση με τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

Αναλυτικά, τοποθετήθηκαν δύο θερμοϋγρόμετρα, το νούμερο 2 (Θ2) και το νούμερο 3 (Θ3). Το Θ2 τοποθετήθηκε αρχικά στην αίθουσα 020 στο ισόγειο του κτιρίου Λαμπαδαρίου. Στη συνέχεια σε βορινό γραφείο του πρώτου ορόφου του ίδιου κτιρίου και τέλος σε νότιο γραφείο δεύτερου ορόφου στο κτίριο Βέη. Παράλληλα το Θ3 τοποθετήθηκε στο γραφείο 120<sup>α</sup> του κτιρίου Λαμπαδαρίου που βρίσκεται στη νότια πλευρά. Εν συνεχεία στο δώμα του κτιρίου Λαμπαδαρίου και τέλος σε εργαστήριο του δεύτερου ορόφου του κτιρίου Βέη, και μάλιστα στη βορινή πλευρά του κτιρίου. Πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω κλίσης του εδάφους ο πρώτος όροφος του κτιρίου Λαμπαδαρίου με το δεύτερο όροφος του κτιρίου Βέη συμπίπτουν.

Μπορούμε να χωρίσουμε τις μετρήσεις που κάναμε σε τέσσερις περιόδους σύμφωνα με τους χώρους όπου τοποθετήθηκαν τα θερμοϋγρόμετρα. Οι περίοδοι αυτοί φαίνονται αναλυτικά στον πίνακα 18.

Από τις μετρήσεις που παρουσιάζονται παρακάτω, φαίνεται ότι οι μέγιστες θερμοκρασίες φτάνουν κοντά στους 32°C. Η ελάχιστη θερμοκρασία που επικρατεί στους χώρους δεν είναι χαμηλότερη από 24°C. Οι αντίστοιχες εξωτερικές θερμοκρασίες όπως καταγράφηκαν από τον Υδρομετεωρολογικό Σταθμό Ζωγράφου κυμαίνονται από 15,32°C έως 34,19°C.

Κατά τη διάρκεια του σαββατοκύριακου (27/6 – 28/6) όπου το κτίριο ήταν κλειστό και δε λειτουργούσε το σύστημα κεντρικής ψύξης καταγράφηκε διακύμανση θερμοκρασίας από 26,90°C έως 29,40°C. Η διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας για το συγκεκριμένο σαββατοκύριακο ήταν από 17,69°C έως 31,52°C. Το επόμενο σαββατοκύριακο (4/7-5/7) οι θερμοκρασίες κυμάνθηκαν από 28,70°C έως 31,80°C. Οι αντίστοιχες εξωτερικές θερμοκρασίες που καταγράφηκαν, ήταν από 19,05°C έως 32,96°C.

Παρατηρούμε ότι στο εξωτερικό των κτιρίων η διακύμανση της θερμοκρασίας έχει μεγαλύτερο εύρος. Αντίθετα στο εσωτερικό έχουμε μικρές διακυμάνσεις. Οι μικρές διακυμάνσεις των εσωτερικών θερμοκρασιών και η διατήρησή τους σε σχετικά υψηλά επίπεδα είναι το αποτέλεσμα της θερμικής αδράνειας του κελύφους του κτιρίου. Η

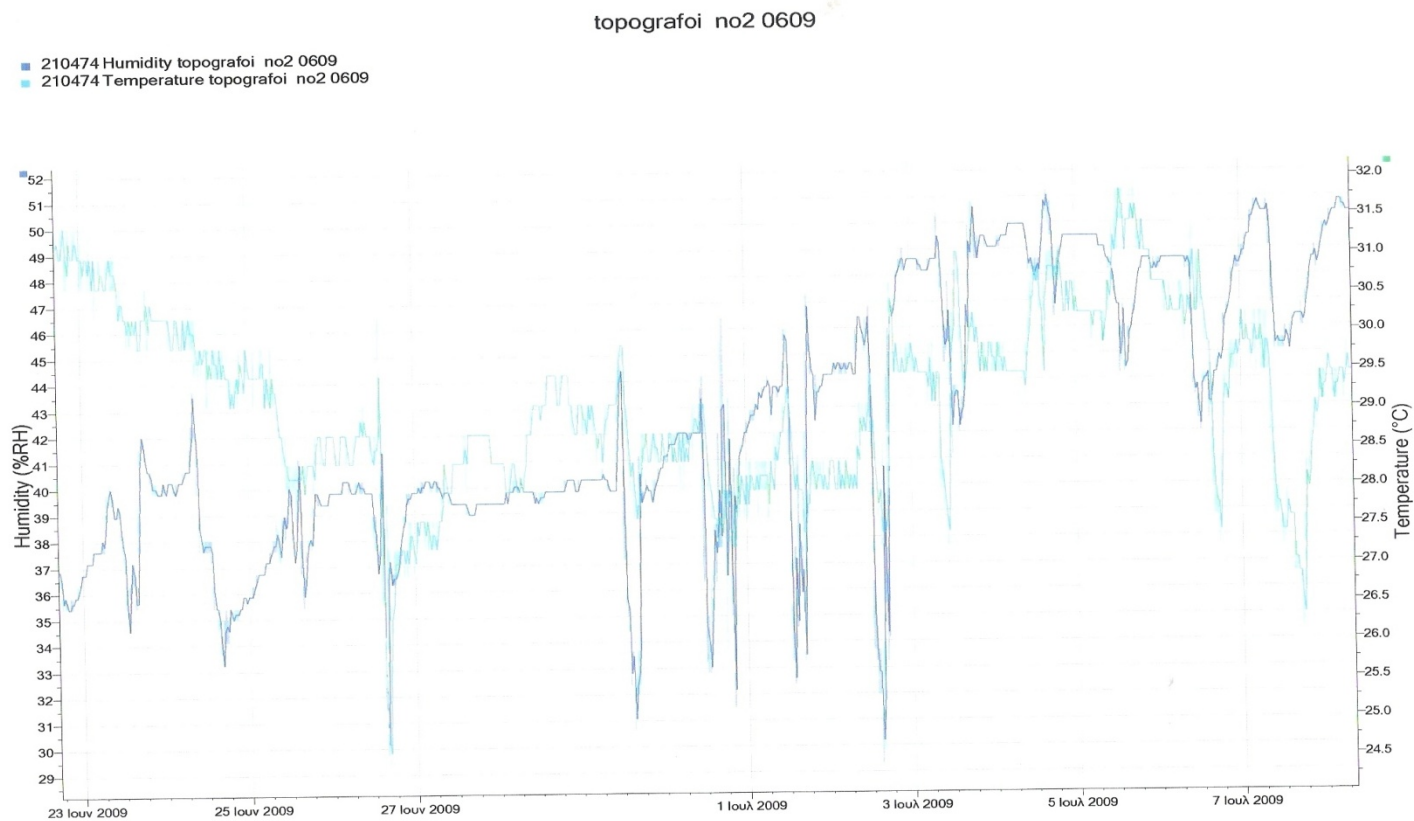
θερμική αδράνεια οφείλεται στο γεγονός ότι πρόκειται για μια σχετικά βαριά και συμπαγή κατασκευή (ειδικά το κτίριο Λαμπαδάριο), καθώς και στη μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα του σκυροδέματος.

*Πίνακας 18: Αίθουσες και αντίστοιχες ημερομηνίες τοποθέτησης των θερμοϋγρόμετρων*

<b>ΠΕΡΙΟΔΟΙ</b>	<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΕΣ</b>	<b>ΘΕΡΜΟΥΪΓΡΟΜΕΤΡΟ No2</b>	<b>ΘΕΡΜΟΥΪΓΡΟΜΕΤΡΟ No3</b>
A	22/06/09-26/06/09	Ισόγειο,Βορράς ,Λαμπαδάριο	A όροφος,Νότος, Λαμπαδάριο
B	26/06/09-29/06/09	A όροφος,Βορράς, Λαμπαδάριο	A όροφος,Νότος, Λαμπαδάριο
Γ	29/06/09-02/07/09	A όροφος,Βορράς, Λαμπαδάριο	Δώμα(Γ όροφος) Λαμπαδάριο
Δ	02/07/09-08/07/09	B όροφος, Νότος, Βέη	B όροφος, Βορράς, Βέη

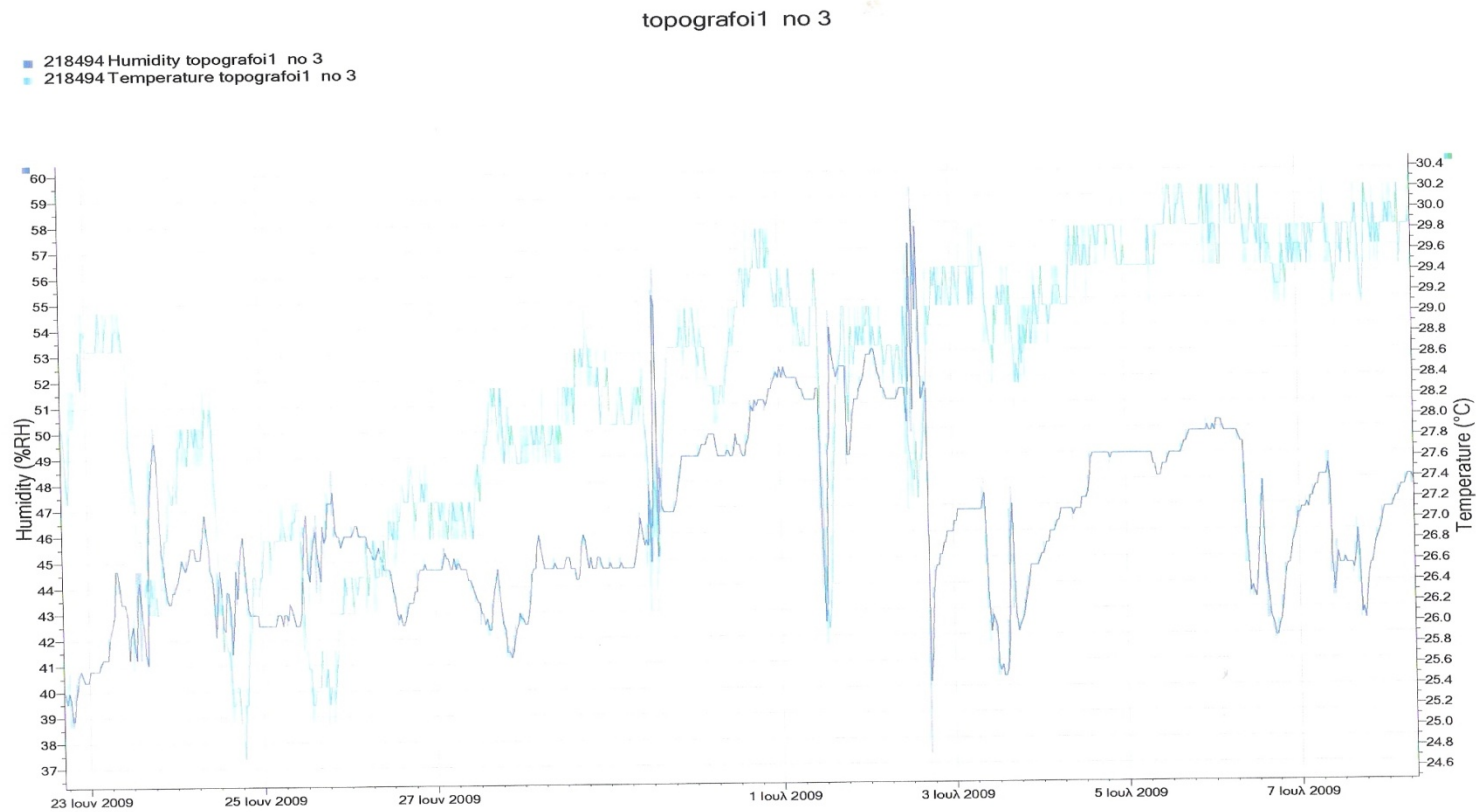
Παρακάτω παρουσιάζονται τα συνολικά διαγράμματα θερμοκρασίας και υγρασίας από τους δύο μετρητές που τοποθετήθηκαν στα κτίρια Λαμπαδαρίου και Βέη, καθώς και τα συγκριτικά διαγράμματα θερμοκρασίας και υγρασίας, ανά περίοδο μέτρησης.





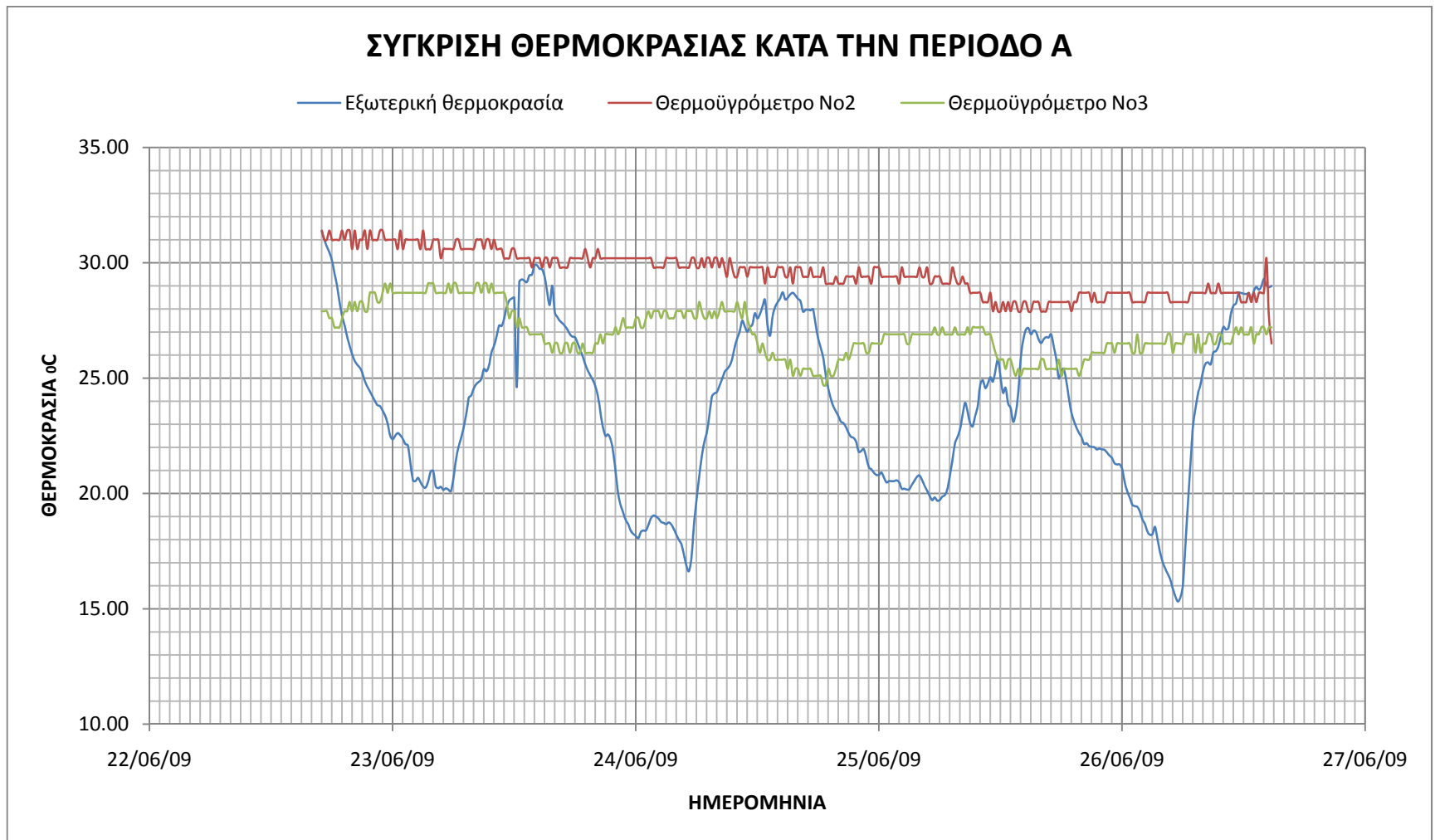
is and Settings/izouvadakis.john/Από: Έλεγχή ανάδοχο/METRO EYKRASI/ΑΙΔ ΕΥΑΝΘΟΙΟ×ΙΕΣ ΟΙΔΙ/ΑΝΑΟΥ/Ο×ΙΕΣ ΟΙΔΙ/ΑΑ ΟΑΙ

Εικ. 61: Διάγραμμα θερμοκρασίας και υγρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο όπως καταγράφηκε από το θερμοϋγρόμετρο Νο2

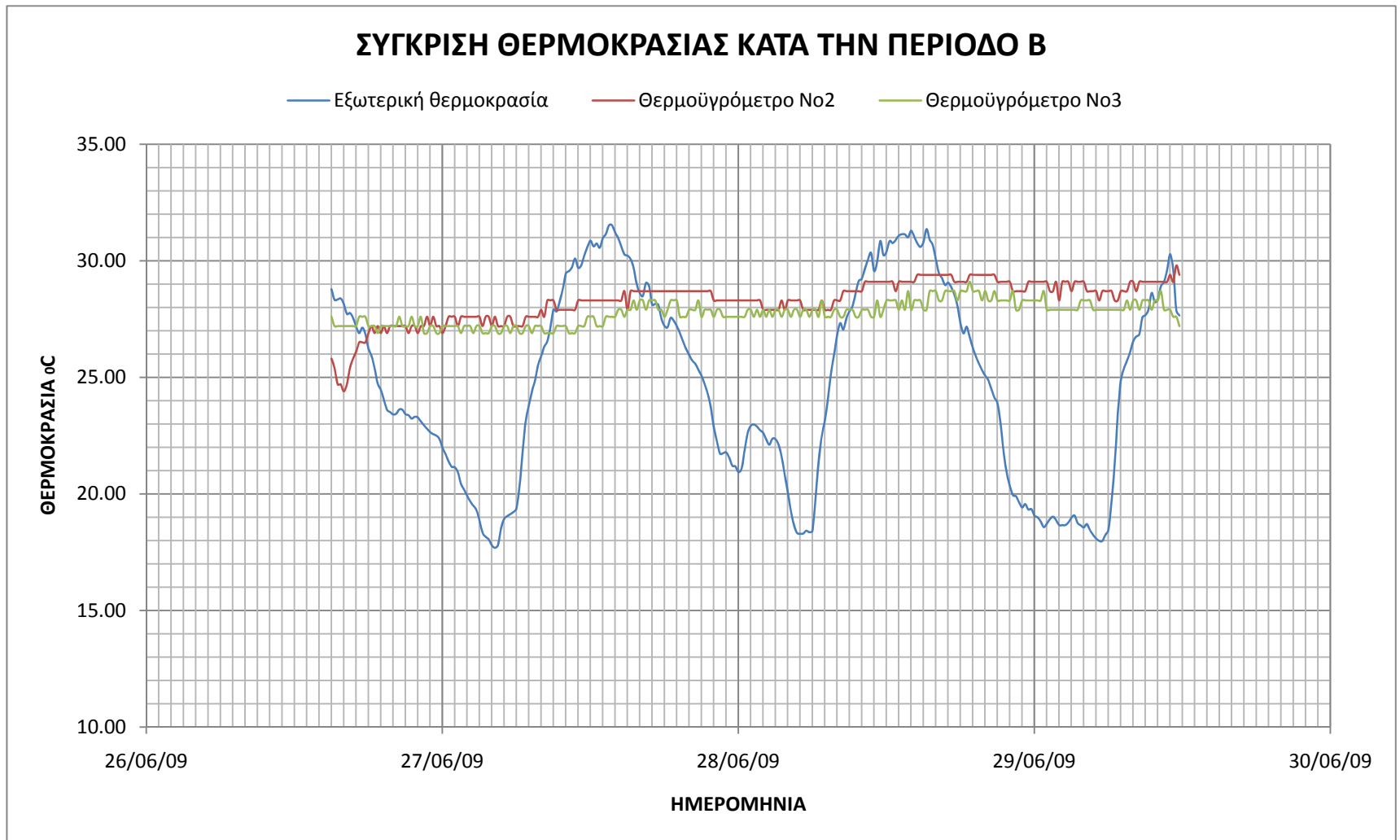


ts and Settings/izounvadakis jobm/Αδούλια/ανάβαση/METRO EYKRASI/ΑΙΔ-ΕΥΑΝΑΟΙΟ-ΙΕΣ ΟΙΔΙΑΝΑΟΙΟ-ΙΕΣ ΟΙΔΙ ΑΑ ΟΑΙ

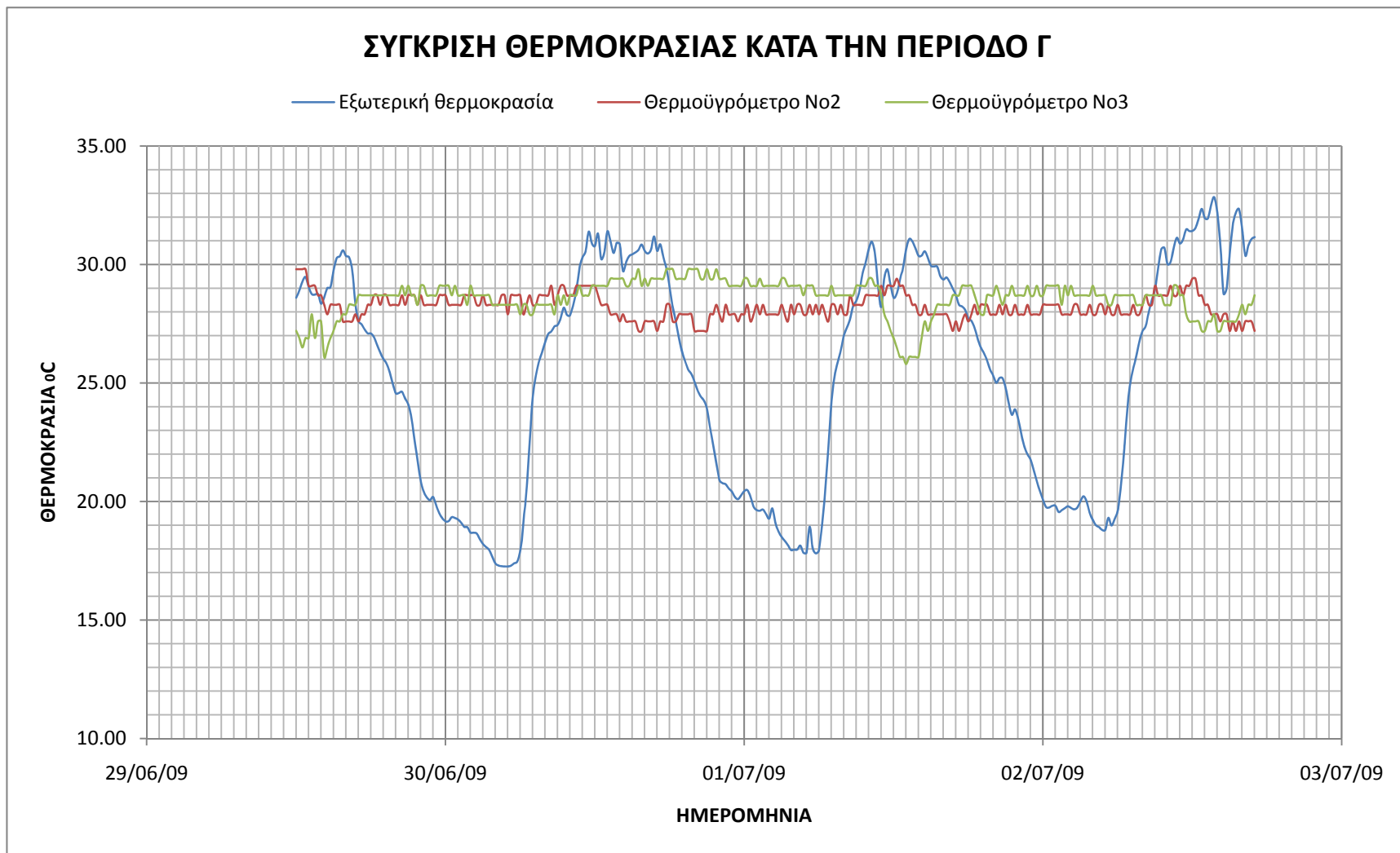
Εικ.62: Διάγραμμα θερμοκρασίας και υγρασίας σε συνάρτηση με το χρόνο όπως καταγράφηκε από το θερμοϋγρόμετρο Νο3



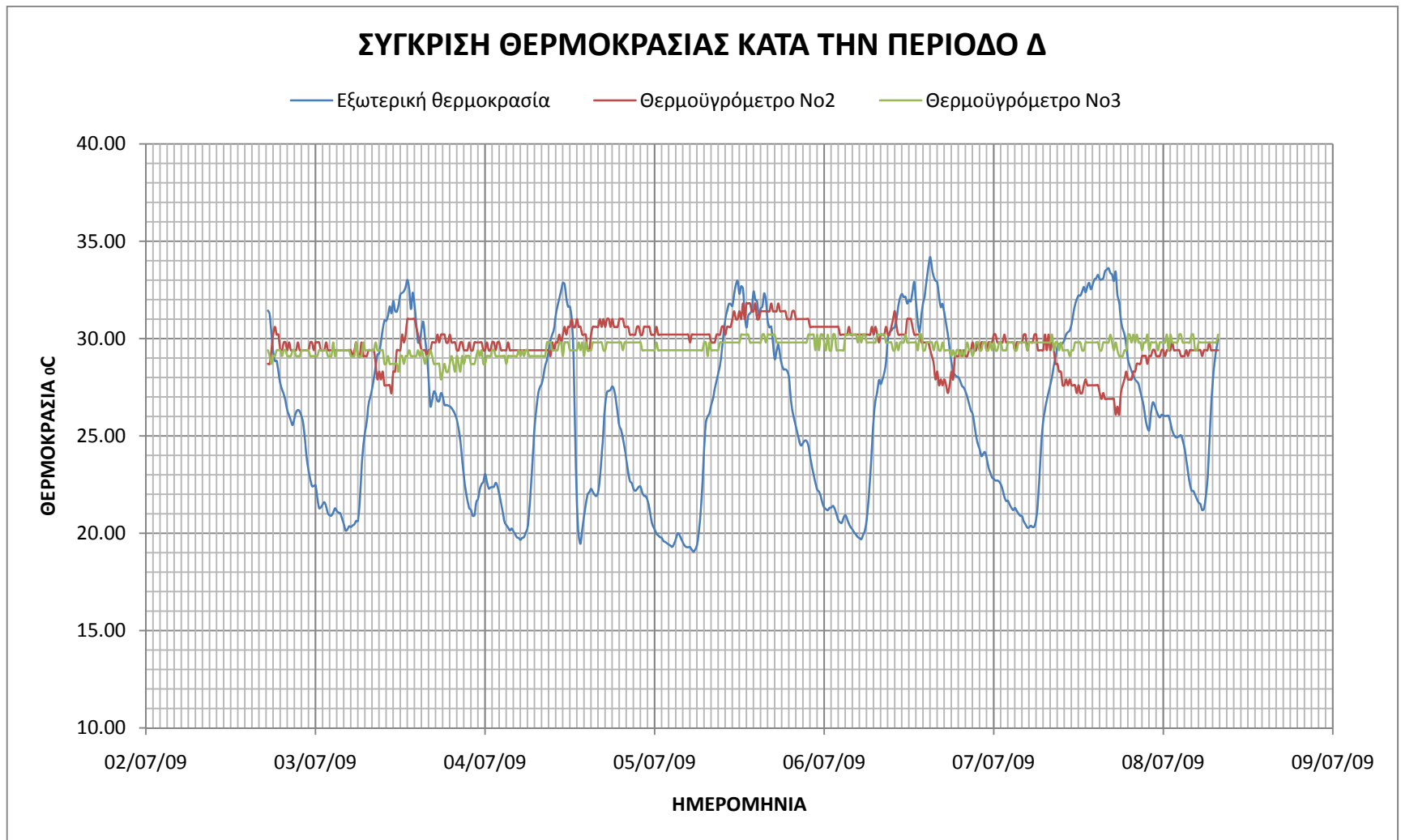
Εικ. 63: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Α



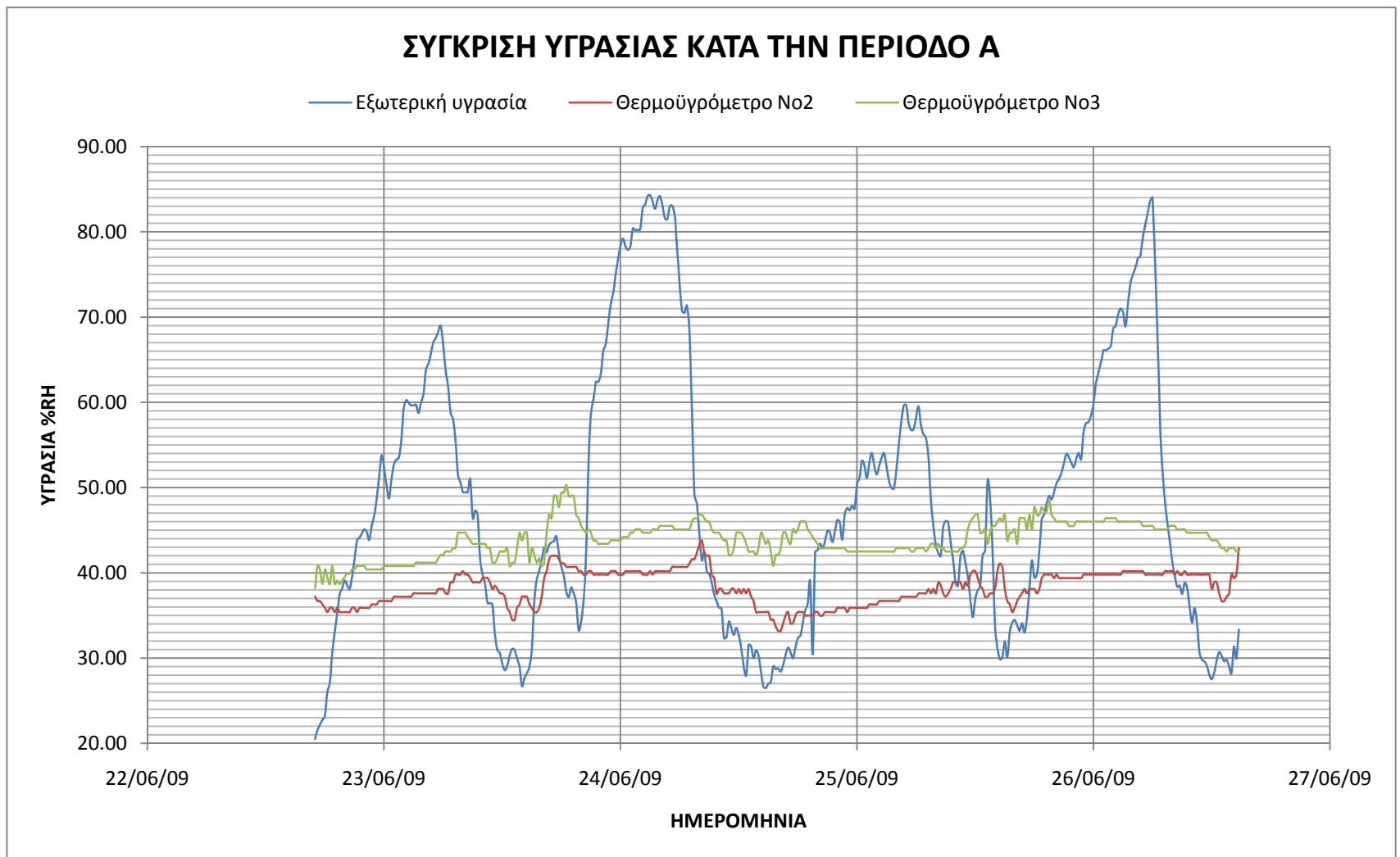
Εικ. 64: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Β



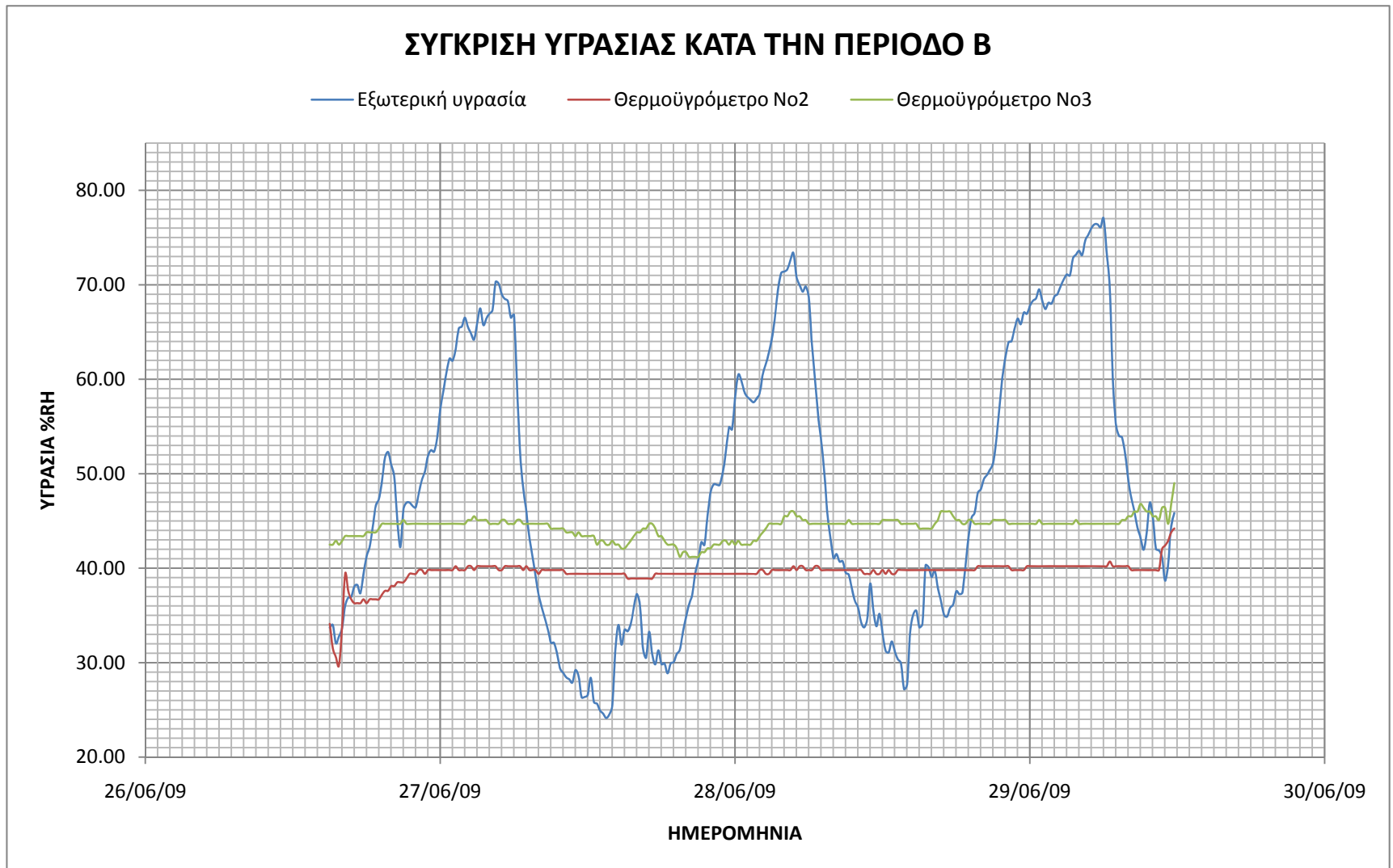
Εικ. 65: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Γ



Εικ. 66: Διάγραμμα θερμοκρασιών περιόδου Δ

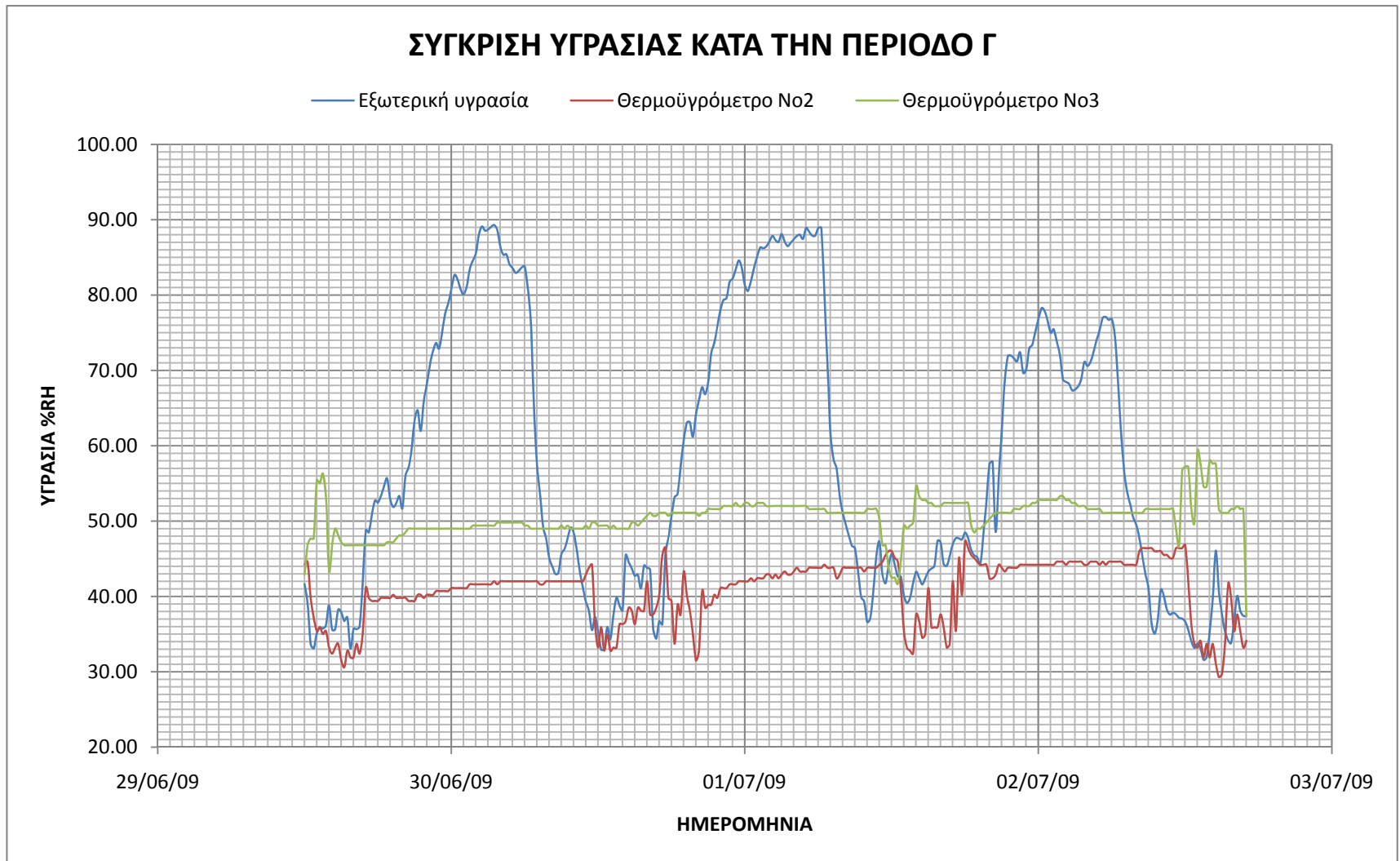


Εικ. 67: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Α

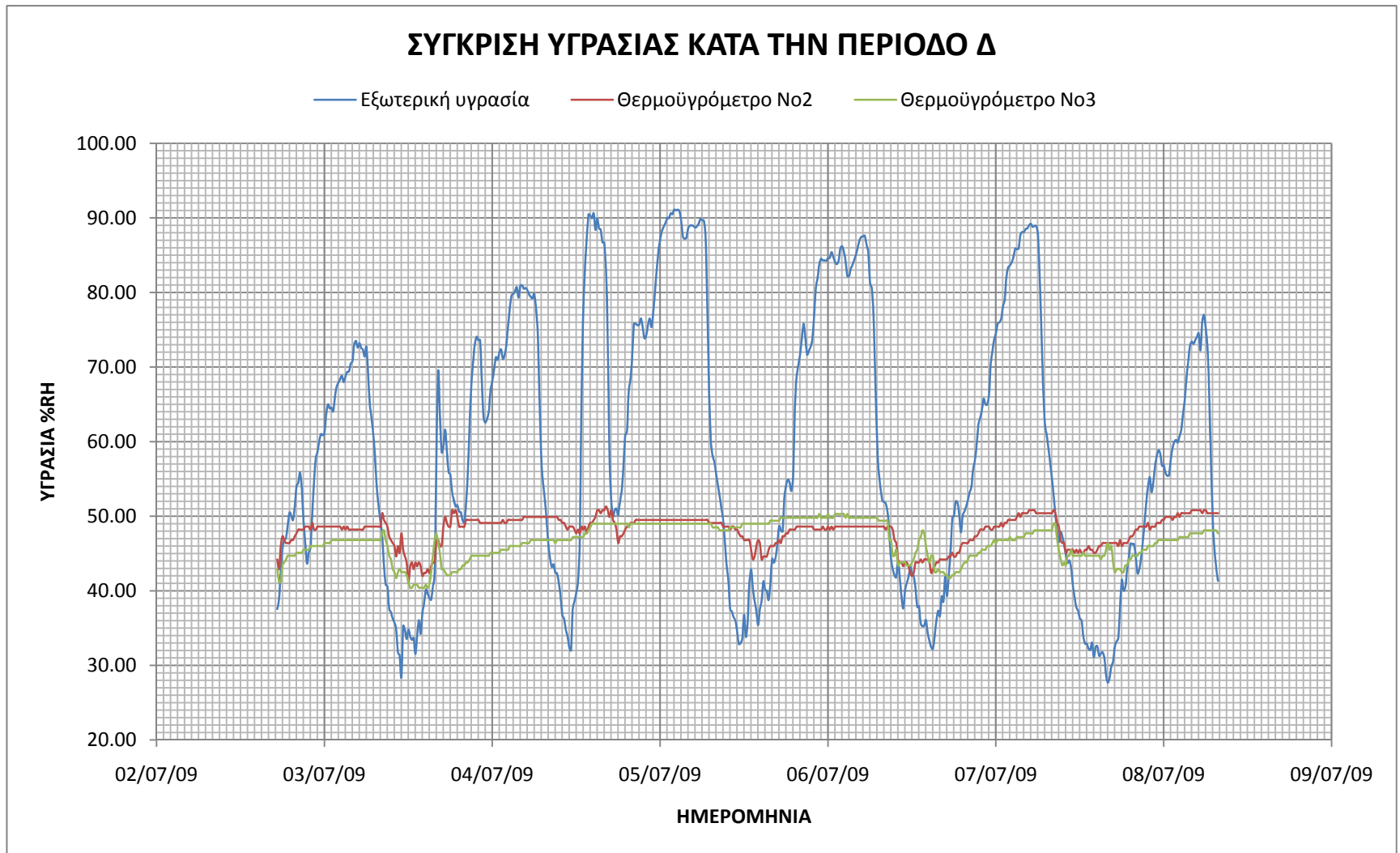


Εικ. 68: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Β

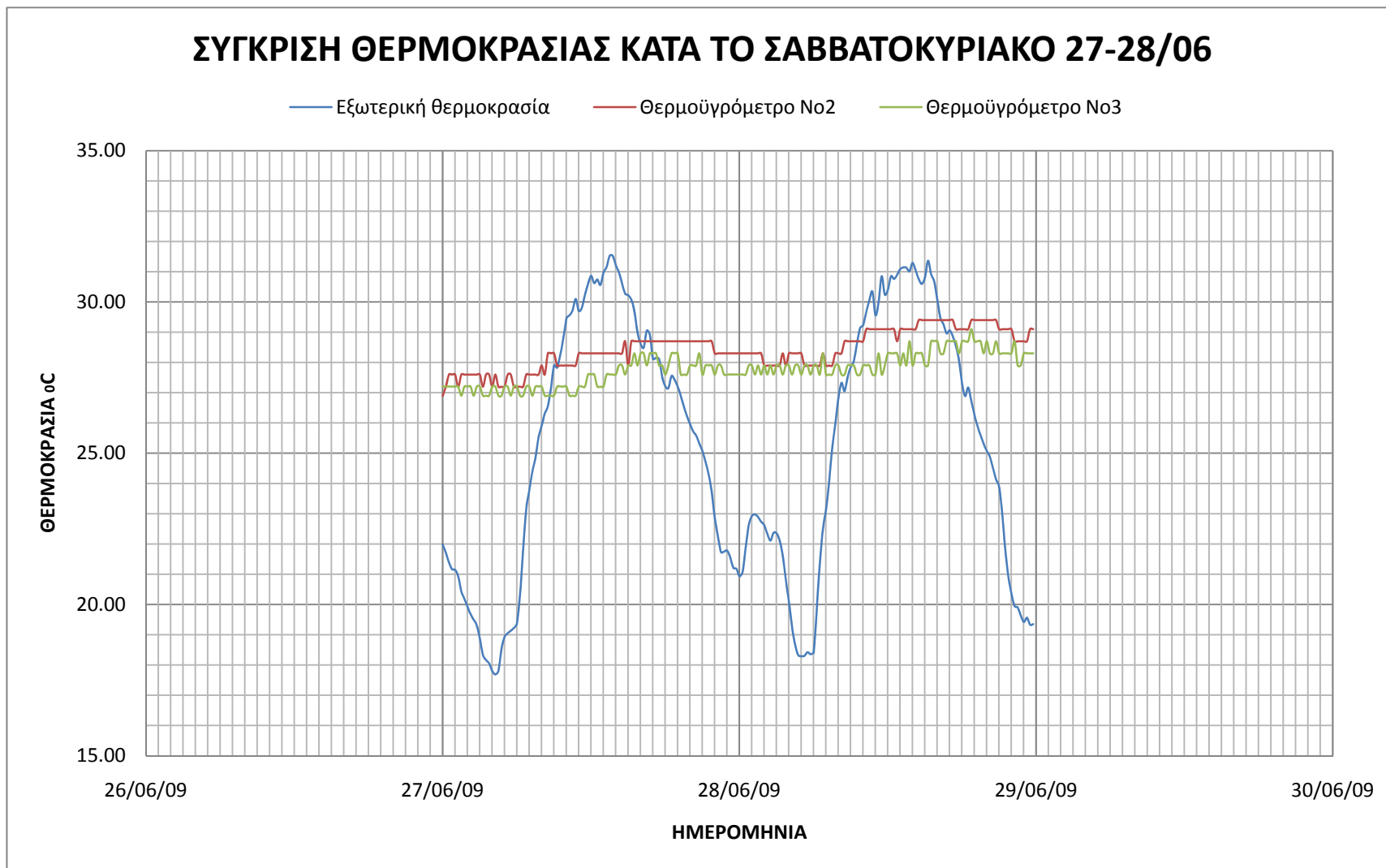




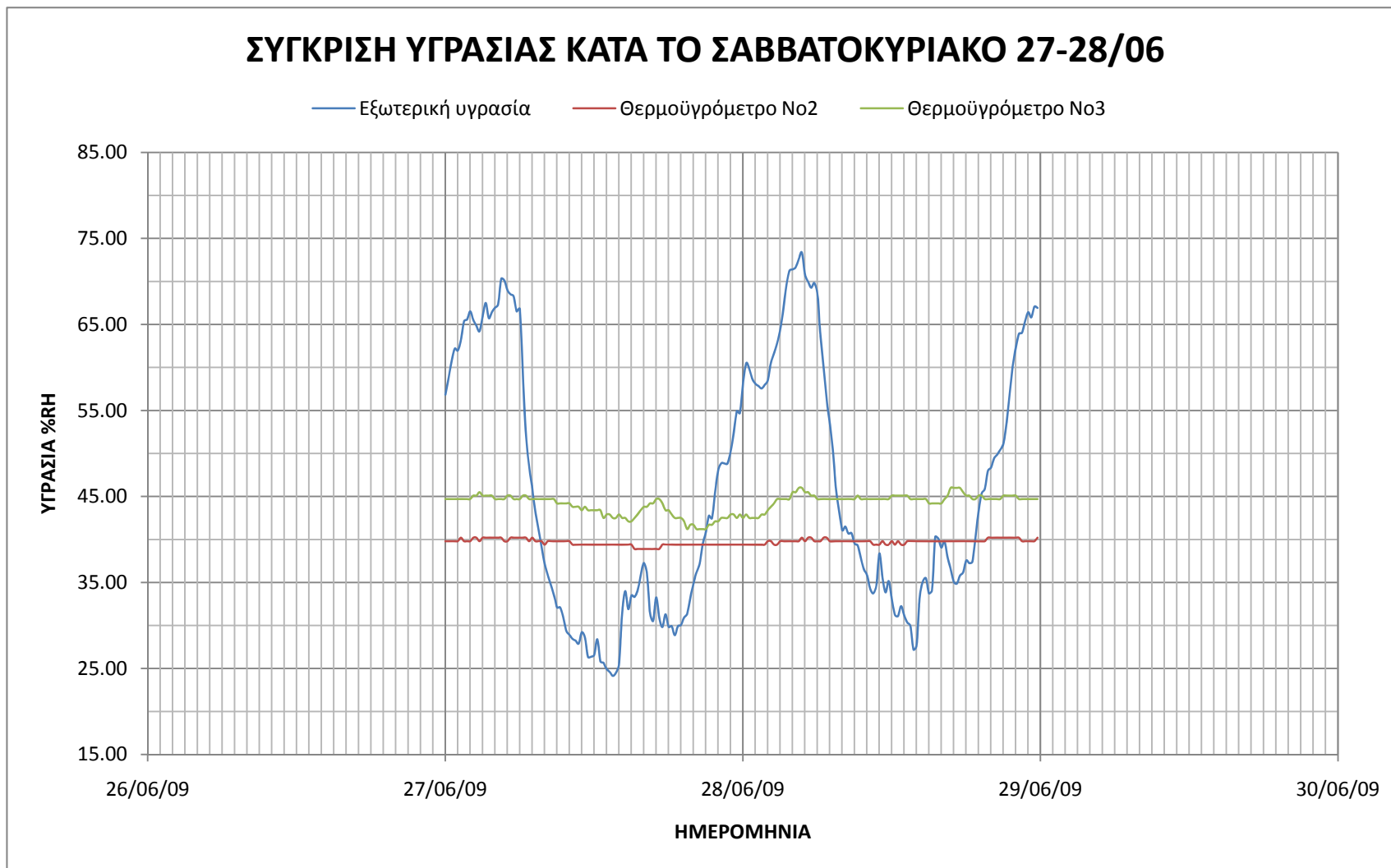
Εικ. 69: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Γ



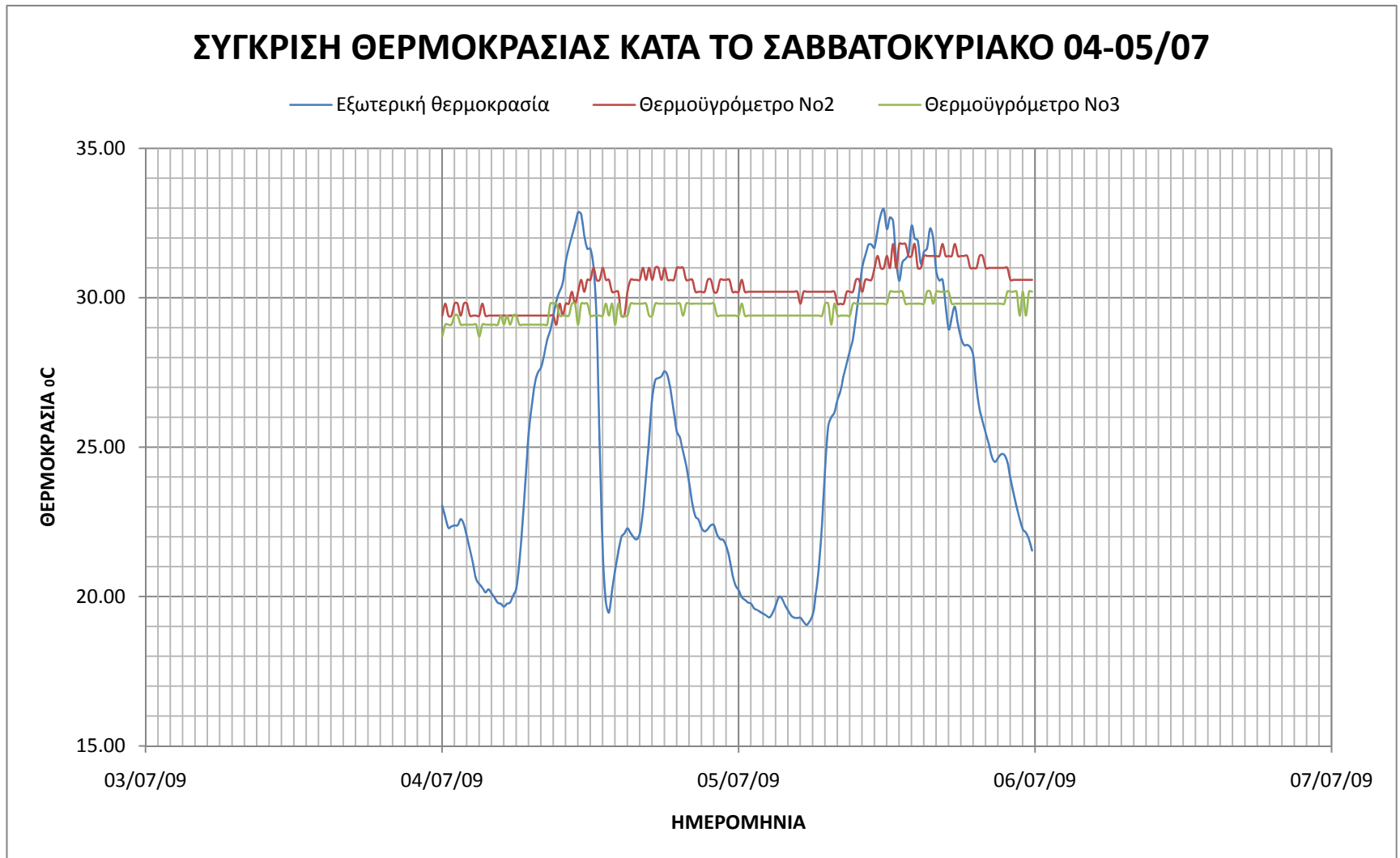
Εικ. 70: Διάγραμμα υγρασίας περιόδου Δ



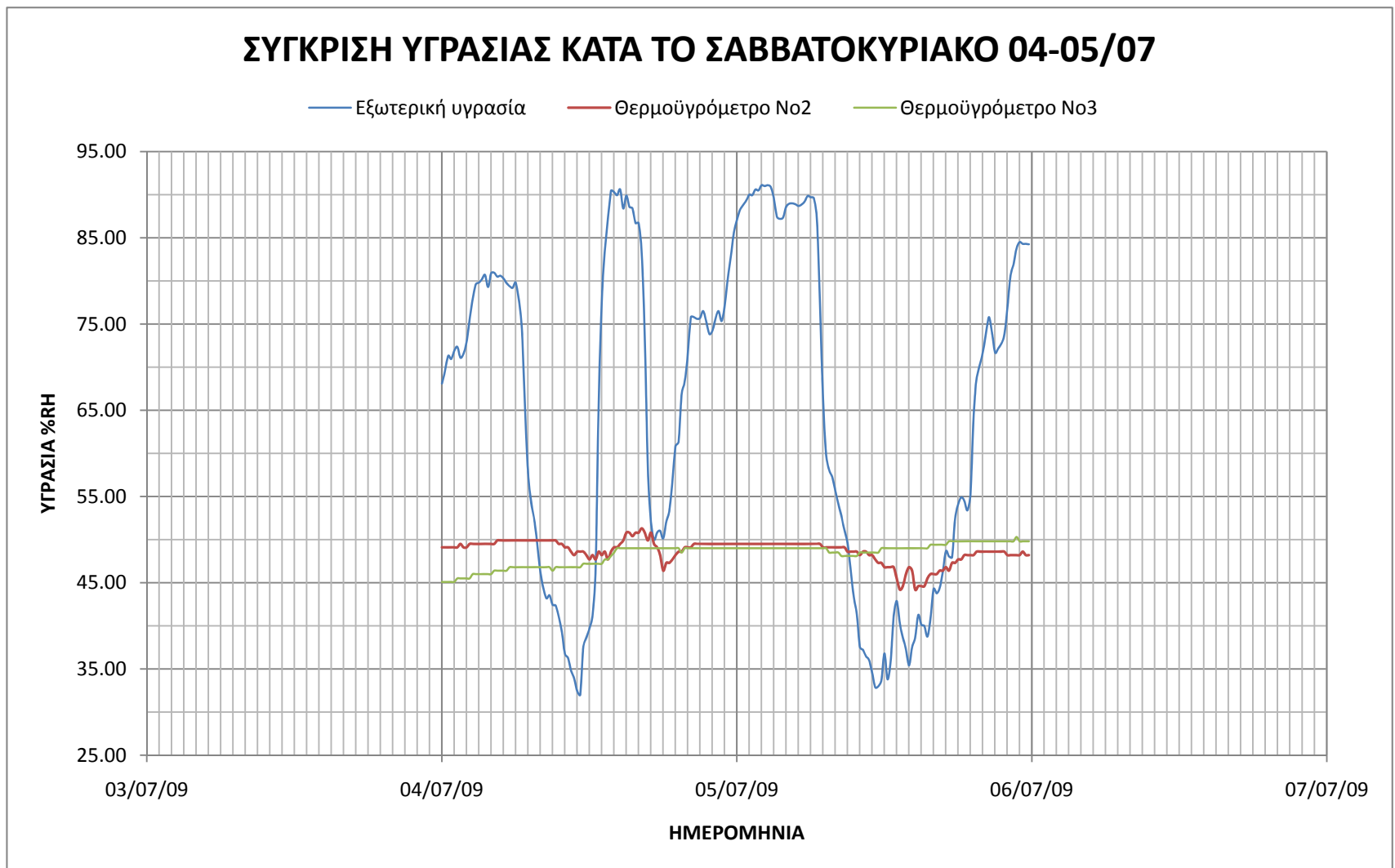
Εικ. 71: Διαγραμμα θερμοκρασιών κατά το Σαββατοκύριακο 27-28/06



Εικ. 72: Διάγραμμα νηρασίας κατά το Σαββατοκύριακο 27-28/06



Εικ. 73: Διάγραμμα θερμοκρασιών κατά το Σαββατοκύριακο 04-05/07



Εικ. 74: Διάγραμμα υγρασίας κατά το Σαββατοκύριακο 04-05/07

### 5.3 Παρατηρήσεις

#### Παρατηρήσεις από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο θερμοϋγρόμετρων

Από τη σύγκριση των μετρήσεων των δύο θερμοϋγρόμετρων μπορούν να εξαχθούν διάφορα συμπεράσματα.

Κατά την πρώτη περίοδο μέτρησης και τα δύο θερμοϋγρόμετρα τοποθετήθηκαν στο Λαμπαδάριο. Το Θ2 τοποθετήθηκε σε αίθουσα του ισογείου προς βορρά ενώ το Θ3 σε γραφείο του α ορόφου προς νότο. Αυτό που παρατηρήθηκε από τις μετρήσεις είναι ότι το Θ2 κατέγραψε μικρότερες υγρασίες και ταυτόχρονα μεγαλύτερες θερμοκρασίες από το Θ3.

Κατά τη δεύτερη περίοδο μέτρησης τα δύο θερμοϋγρόμετρα εξακολούθησαν να είναι τοποθετημένα στο Λαμπαδάριο. Το Θ2 τοποθετήθηκε σε γραφείο του α ορόφου προς βορρά, ενώ το Θ3 παρέμεινε στο γραφείο του α ορόφου προς νότο. Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση των μετρήσεων δείχνουν πως οι υγρασίες που καταγράφηκαν από το Θ2 και σε αυτή την περίπτωση ήταν μικρότερες από αυτές του Θ3, ενώ οι θερμοκρασίες ήταν μεγαλύτερες κατά κύριο λόγο, πλην ορισμένων εξαιρέσεων, χωρίς ωστόσο να υπάρχουν διαφορές μεγαλύτερες των 3 °C.

Κατά την Τρίτη περίοδο μέτρησης το Θ2 παρέμεινε στο γραφείο του α ορόφου προς βορρά, ενώ το Θ3 τοποθετήθηκε ,πάλι στο κτίριο Λαμπαδάριο, στο δώμα. Οι υγρασίες που καταγράφηκαν από το Θ2 ήταν και πάλι μικρότερες από αυτές του Θ3 και μάλιστα υπήρχαν μεγάλες αποκλίσεις , με τη μεγαλύτερη διαφορά να ανέρχεται στο 26,5%RH στις 14.30 κατά την 02/07/09. Οι δε θερμοκρασίες δεν ήταν σταθερά μικρότερες ή μεγαλύτερες αλλά αντίθετα έπαιζαν ανάλογα την ώρα και τη μέρα.

Κατά την τέταρτη και τελευταία περίοδο μέτρησης τα θερμοϋγρόμετρα τοποθετήθηκαν στο β όροφο του κτιρίου Βέη. Το Θ2 τοποθετήθηκε σε νότιο γραφείο, ενώ το Θ3 σε γραφείο προς βορρά. Τόσο οι υγρασίες όσο και οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν δεν ήταν σταθερά μικρότερες ή μεγαλύτερες αλλά έπαιζαν ανάλογα την ώρα και τη μέρα.

Όσον αφορά στις μετρήσεις στο κτίριο Λαμπαδάριο παρατηρούμε πως οι υγρασίες είναι υψηλότερες στις αίθουσες που είναι προς νότο σε σύγκριση με αυτές που είναι προς βορρά. Αντίθετα οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν προς νότο είναι κατά κύριο λόγο χαμηλότερες από αυτές που καταγράφηκαν προς βορρά μέχρι και 2-3°C το πολύ. Αυτό που περιμέναμε ήταν το ανάποδο, εφόσον στο νότο έχουμε περισσότερα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένας λόγος που μπορεί να οδήγησε σε αυτό είναι πως η αίθουσα διδασκαλίας και το βορεινό γραφείο, στα οποία βάλαμε τα θερμοϋγρόμετρα είχαν μεγαλύτερη επιφάνεια

και όγκο από το νότιο γραφείο. Αυτό συνεπάγεται πως ήταν πιο εύκολο να ψυχθεί το νότιο γραφείο, οπότε το όργανο κατέγραψε υψηλότερες θερμοκρασίες προς νότο.

Επίσης, το γεγονός μπορεί να εξηγηθεί αν λάβουμε υπόψη μας ότι στο Λαμπαδάριο έχουμε διαιρούμενου τύπου κλιματιστικά, τα οποία ελέγχονται από τους εκάστοτε χρήστες σύμφωνα με προσωπικά κριτήρια θερμικής άνεσης. Οι μετρήσεις έγιναν μέρες καθημερινές όπου οι χρήστες ήταν στα γραφεία τους και χρησιμοποιούσαν κλιματισμό, επομένως τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι σαφώς επηρεασμένα.

Αυτό που μας προβληματίζει είναι ότι κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου 27-28/06, όπου το κτίριο δε λειτουργεί και το Θ2 τοποθετήθηκε στον α' όροφο προς βορρά, ενώ το Θ3 στον α' όροφο προς νότο, παρατηρούμε επίσης μεγαλύτερη καταγραφή θερμοκρασίας προς το βορρά. Για να το εξηγήσουμε πρέπει να λάβουμε υπόψη μας ότι υπάρχει περίπτωση κάποιοι χρήστες να πηγαίνουν στο γραφείο τους και κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου να δουλέψουν, οπότε και χρησιμοποιούν το κλιματιστικό. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας κάποιοι χρήστες ανέφεραν πως πολλές φορές αφήνουν ανοιχτά τα κλιματιστικά τους ακόμη και κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου προκειμένου να έχουν καλές συνθήκες εργασίας όταν επιστρέψουν τη Δευτέρα στο γραφείο.

Στο κτίριο Βέη τόσο οι θερμοκρασίες όσο και οι υγρασίες παίζουν από ώρα σε ώρα και από μέρα σε μέρα. Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αξίζει να σημειωθεί, είναι ότι κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου (04-05/07), όπου το σύστημα κεντρικής ψύξης παρέμεινε κλειστό, το Θ2 που τοποθετήθηκε σε νότιο γραφείο μέτρησε υψηλότερες θερμοκρασίες, μέχρι και 2<sup>o</sup>C, από το Θ3 που τοποθετήθηκε σε γραφείο προς βορρά.

Αξίζει να σημειωθεί ακόμη, πως κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου όπου το Θ2 τοποθετήθηκε στον α' όροφο του Λαμπαδαρίου και το Θ3 στο δώμα του ίδιου κτιρίου παρουσιάστηκαν οι μεγαλύτερες αποκλίσεις στις υγρασίες. Έτσι στις 02/07/09 και ώρα 14:30 το Θ3 κατέγραψε υγρασία κατά 26,5%RH μεγαλύτερη από το Θ2. Ωστόσο οι θερμοκρασίες που καταγράφηκαν είχαν μικρές αποκλίσεις. Η τόσο μεγάλη διαφορά υγρασίας όμως μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως στο δώμα επικρατούν αποπνικτικές συνθήκες, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από μαρτυρίες των χρηστών κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας.

#### Παρατηρήσεις από την επιτόπια έρευνα

Με βάση την επιτόπια έρευνα και λαμβάνοντας σημαντικά υπόψη τις μετρήσεις θερμοκρασιών και υγρασίας, μέσω των θερμοϋγρόμετρων, που πραγματοποιήθηκαν στα κτίρια των τοπογράφων μπορούν να σημειωθούν τα εξής:



Για το κτίριο Λαμπαδαρίου, όπως έχει ήδη καταγραφεί από την εργασία των Ε.Τριάντη, Φ.Μπουγιατώνη και Α.Οικονόμου, «Προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του ΕΜΠ – Κτίριο Αγρονόμων και τοπογράφων μηχανικών, Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου», ισχύουν τα εξής:

Στα νότια γραφεία του κτιρίου Λαμπαδαρίου παρατηρήθηκε πως πολλοί χρήστες διατηρούν τα ξύλινα πατζούρια μονίμως κλειστά για την αποφυγή φαινομένων υπερθέρμανσης. Αυτό έχει ως συνέπεια τα επίπεδα φυσικού φωτισμού είναι χαμηλά και να απαιτείται τεχνητός.

Ο υφιστάμενος τρόπος ηλιοπροστασίας των υαλοστασίων της νότιας όψης (κατακόρυφες περσίδες υπό κλίση) είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός για τους θερινούς μήνες. Ωστόσο, μειώνει στο ελάχιστο την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στους κοινόχρηστους χώρους (κλιμακοστάσια και χώλ) κατά τους χειμερινούς μήνες. Κατά συνέπεια, δεν υπάρχει δυνατότητα χρησιμοποίησης του άμεσου ηλιακού κέρδους για την θέρμανση των χώρων αυτών.

Το σύστημα ηλιοπροστασίας με κατακόρυφες περσίδες του κεντρικού κλιμακοστασίου του κτιρίου Λαμπαδαρίου, ελαχιστοποιεί τη δυνατότητα φυσικού εξαερισμού, καθώς δεν ευνοεί την ανεμπόδιστη κυκλοφορία αέρα. Όσον αφορά στο δεύτερο κλιμακοστάσιο του κτιρίου Λαμπαδαρίου, διατηρείται κλειστό και δεν χρησιμοποιείται, γεγονός που δεν συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης.

Ο χώρος του κυλικείου-εντευκτηρίου χωροθετείται στο δυτικό άκρο του υπογείου του κτιρίου Λαμπαδαρίου, όπου λόγω κλίσης του εδάφους είναι ισόγειο. Η νότια όψη του κυλικείου είναι τελείως συμπαγής με πολύ στενές φωτιστικές σχισμές. Το γεγονός ότι δεν υπάρχουν ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό μειώνει σημαντικά τις θερμικές προσόδους του χώρου κατά τους χειμερινούς μήνες. Συγχρόνως, η έλλειψη ανοιγμάτων στο νότιο αποκλείει τη δυνατότητα διαμερούς αερισμού του χώρου κατά τις ενδιάμεσες εποχές και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Τέλος, η απουσία νότιων ανοιγμάτων έχει σημαντικές συνεπειές στα επίπεδα και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού του χώρου.

Σε γενικές γραμμές αυτό που δήλωσαν όλοι ανεξαιρέτως οι χρήστες του κτιρίου Λαμπαδαρίου κατά τη διάρκεια της επιτόπιας έρευνας είναι ότι το κτίριο είναι εντελώς λάθος διαρρυθμισμένο και ουσιαστικά χωρίζεται από έναν διάδρομο, σε δύο τμήματα, τα οποία έχουν εντελώς διαφορετικές συνθήκες. Όπως είπαν χαρακτηριστικά μερικοί χρήστες, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, το νότιο τμήμα είναι, «φούρνος», ενώ κατά τους χειμερινούς μήνες, το βόρειο τμήμα είναι «παγάκι».

Όσον αφορά στο κτίριο Βέη, παρατηρήθηκε πως δεν υπάρχει καθόλου ηλιοπροστασία στο κεντρικό τμήμα του δεύτερου ορόφου, το οποίο είναι γεμάτο υαλοστάσια, γεγονός που προκαλεί υπερθέρμανση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Επίσης στα γραφεία υπάρχει σκιασμός με εσωτερικές οριζόντιες περσίδες ο οποίος δεν εμποδίζει αποτελεσματικά την υπερθέρμανση των χώρων αυτών.

Στο κτίριο υπάρχουν δύο αίθρια τα οποία επίσης δε διαθέτουν ηλιοπροστασία., με αποτέλεσμα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη το χειμώνα που είναι και το ζητούμενο αλλά υπερθέρμανση το καλοκαίρι. Παρατηρήθηκε επίσης πως σπάνια ανοίγονται τα παράθυρα των αιθρίων, παρόλο που δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο να ανοίξουν, γεγονός που περιορίζει τον καλό εξαερισμό του κτιρίου.

Τέλος το κλιμακοστάσιο προς το νότο δε διαθέτει καμία σκίαση και στην ουσία δεν χρησιμοποιείται. Οι πόρτες παραμένουν κλειδωμένες, με αποτέλεσμα να μην συμβάλει στον καλύτερο εξαερισμό του κτιρίου.

## **6. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ**

### **ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

Στο κτίριο Λαμπαδάριο και στο κτίριο Βέη μοιράστηκαν ερωτηματολόγια σχετικά με τις συνθήκες θερμικής και περιβαλλοντικής άνεσης στις 26/06/09-07/07/09.

### **ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 26/06/09-07/07/09.**

Στη συνέχεια, ακολουθεί η παρουσίαση και ανάλυση των στατιστικών στοιχείων, όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία των γραφικών παραστάσεων. Οι γραφικές παραστάσεις της ανάλυσης των ερωτηματολογίων της περιόδου 26/06/09-07/07/09 παρατίθενται στο τέλος του υποκεφαλαίου αυτού.

### **ΚΤΙΡΙΟ ΛΑΜΠΑΔΑΡΙΟ**

#### **A .Γενικές πληροφορίες**

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που απάντησαν είχαν ηλικία μεταξύ 40 και 49 ετών (37,5%), 12,5% ήταν μεταξύ 50 και 59 ετών, 31,25% ήταν μεταξύ 30 και 39 και 18,75% μεταξύ 20 και 29 ετών.

Οι ερωτηθέντες ήταν στην πλειοψηφία τους γυναίκες με ποσοστό 68,75%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των ανδρών ήταν 25%. Υπήρξε και ένα μικρό ποσοστό που δεν συμπλήρωσε το συγκεκριμένο πεδίο.

Ερωτηματολόγια δόθηκαν μόνο στον πρώτο και το δεύτερο όροφο του κτιρίου Λαμπαδαρίου, με ποσοστό 56,25% στον πρώτο όροφο και 43,75% στο δεύτερο. Ως προς τον προσανατολισμό των ερωτηθέντων, το 68,75% είχαν βόρειο, ενώ το 31,25% είχαν νότιο.

Όλοι οι ερωτηθέντες δήλωσαν ότι είχαν στον εργασιακό τους χώρο παράθυρο, με το 75% αυτών να δηλώνει ότι το ανοίγει συχνά. Οι αποστάσεις των θέσεων εργασίας από τα παράθυρα ήταν οι εξής: 25% σε απόσταση από 0-1 μ., 31,25% σε απόσταση από 1-2 μ., 25% σε απόσταση από 2-3 μ., ενώ το 12,50% των ερωτηθέντων δεν απάντησε στη συγκεκριμένη ερώτηση. Τα παραπάνω ποσοστά συνεπάγονται ότι στο Λαμπαδάριο η διαρρύθμιση των γραφειακών χώρων είναι τέτοια ώστε σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι να

είναι σε θέση να δεχθούν τις θετικές συνέπειες από άποψη φυσικού φωτισμού και αερισμού των παραθύρων.

Σε σχέση με τον αριθμό ατόμων, τα οποία υπάρχουν στους χώρους εργασίας, το 62,50% των ατόμων είναι μόνοι τους, το 6,25% μοιράζονται το γραφείο τους με ένα άτομο και το 31,25% μοιράζονται το γραφείο τους με δύο άτομα.

## B. Συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στον χώρο εργασίας

Στην ερώτηση «Πώς θα χαρακτηρίζατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;», ως προς επτά (7) διαβαθμίσεις από κρύο σε ζεστό, το 37,50% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι ελαφρώς δροσερό, το 6,25% ότι είναι ουδέτερο, το 6,25% ότι είναι χλιαρό και το 35,29% απάντησε ότι είναι ζεστό.

Η ερώτηση «Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο γραφείο σας αυτή τη στιγμή;» είχε δέκα (10) διαβαθμίσεις από απαράδεκτη έως απόλυτα ικανοποιητική, με τις ενδιάμεσες τιμές να αφορούν ποιότητα αέρα μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο και μόλις αποδεκτή.

Έτσι, το 18,75% των ατόμων θεωρεί την ποιότητα του αέρα μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο (διαβάθμιση 4). Επίσης, άθροισμα 12,50% θεωρεί την ποιότητα αέρα προς την κατηγορία απαράδεκτη (διαβάθμιση 1,2,3) και ένα ποσοστό 18,75% τη θεωρεί μόλις αποδεκτή (διαβάθμιση 5). Ένα αρκετά μεγαλύτερο άθροισμα (31,25%) θεωρεί την ποιότητα αέρα προς την κατηγορία αρκετά ικανοποιητική, (διαβάθμιση 7,8,9) ενώ κανείς δεν απάντησε ότι είναι απόλυτα ικανοποιημένος (διαβάθμιση 10). Συμπερασματικά, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, οι χρήστες του κτιρίου θεωρούν ότι η ποιότητα του αέρα είναι ικανοποιητική.

Η Τρίτη ερώτηση σε αυτό το τμήμα του ερωτηματολογίου αφορά το σύνολο των εσωτερικών συνθηκών στο γραφείο των ερωτηθέντων και αφορά τη θερμοκρασία, την κίνηση και την ποιότητα του αέρα, τον φωτισμό και τον θόρυβο. Αναλυτικά, οι απαντήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω.

• Σε ότι αφορά στη θερμοκρασία, 25% των ατόμων τη θεωρεί άνετη, άθροισμα 31,25% ουδέτερη προς άνετη (διαβάθμιση 2,3). 12,50% ουδέτερη, άθροισμα 25% ουδέτερη προς δυσάρεστη (διαβάθμιση 5,6) και 6,25% δυσάρεστη.

• Η κίνηση του αέρα θεωρείται κατά το μεγάλο ποσοστό 68,75% ιδανικό προς το στάσιμο (διαβάθμιση 1,2,3), ενώ 18,75% των ατόμων βρίσκουν ότι ο αέρας έχει ρεύματα (διαβάθμιση 5,6,7). Υπάρχει και ένα ποσοστό της τάξης του 12,50% που θεωρεί ότι η κίνηση του αέρα είναι ιδανική (διαβάθμιση 4).

•Η ποιότητα του αέρα ως προς την περιεκτικότητά του θεωρείται κατά ποσοστό 18,75% ιδανικό προς το ξηρό(διαβάθμιση 1,2,3). Το 50% των ερωτηθέντων βρίσκει τον αέρα ιδανικό προς το υγρό(διαβάθμιση 5,6,7) και ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό 31,25% θεωρεί τον αέρα ιδανικό ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία.

•Στην ερώτηση 3δ εξετάζεται η ποιότητα του αέρα ως προς το αν είναι φρέσκος ή βαρύς και ως προς το αν είναι άοσμος ή με έντονες οσμές. Έτσι, 50% των ερωτηθέντων θεωρεί τον αέρα σχεδόν ιδανικό προς φρέσκο, 18,75% ουδέτερο, το 25% θεωρεί τον αέρα σχεδόν βαρύ, ενώ το 6,25% τον θεωρεί βαρύ. Όσον αφορά τις οσμές το 6,25% θεωρεί τον αέρα άοσμο, το 75% τον θεωρεί σχεδόν άοσμο(διαβάθμιση 2,3), το 18,75% ότι έχει αρκετές οσμές(διαβάθμιση 4,5,6), και το 6,25% ότι μυρίζει έντονα.

•Οι ερωτήσεις 3<sup>ε</sup> έως 3θ αφορούν στο φυσικό φωτισμό και κατά συνέπεια στις συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στους χώρους εργασίας, εξετάζοντας παραμέτρους όπως ομοιομορφία και η γενική ποιότητα.

•Στην ερώτηση 3<sup>ε</sup>, που αφορά στην ένταση του φυσικού φωτισμού, ποσοστό 31,25% τη θεωρεί ιδανική(διαβάθμιση 4), ποσοστό 31,25% θεωρεί την ένταση του φωτισμού από ιδανική προς σκοτεινή (διαβάθμιση 1,2,3), ενώ το 32,50% βρίσκει ότι ο χώρος τους είναι σχεδόν ιδανικός προς πολύ φωτεινός (διαβάθμιση 5,6,7).

•Ως προς τη σταθερότητα του φωτισμού (ερώτηση 3στ), 6,25% των ερωτηθέντων βρίσκει ότι ο φωτισμός είναι σταθερός(διαβάθμιση 1), ενώ ποσοστά 81,25% και 12,50% τον κατατάσσουν στην περιοχή του ουδέτερου προς σταθερού(διαβάθμιση 2,3,4) και στην περιοχή του ουδέτερου προς με πολλές διακυμάνσεις(διαβάθμιση 5,6,7) αντίστοιχα.

•Στην ερώτηση 3ζ, που αφορά το θάμπωμα του φωτισμού το 18,75% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι ο φωτισμός δεν προξενεί θάμπωμα(διαβάθμιση 1), το 68,75% θεωρεί ότι σχεδόν δεν προξενεί θάμπωμα(διαβάθμιση 2,3,4), ενώ το 12,50% πιστεύει ότι προξενεί θάμπωμα(διαβάθμιση 5,6,7).

•Όμοια σε ό,τι αφορά την ομοιομορφία του φωτισμού (ερώτηση 3η), 6,25% των ερωτηθέντων θεωρεί τον φωτισμό ομοιόμορφο, το 56,25% σχεδόν ομοιόμορφο, το 31,25% τον κατατάσσουν ως ουδέτερο και το 6,25% ως ουδέτερο προς ανομοιόμορφο.

•Τέλος, η γενική ποιότητα του φωτισμού χαρακτηρίζεται απόλυτα ικανοποιητική από ποσοστό 18,75%, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 62,50% ανήκει στην περιοχή του ικανοποιητικού. Το 12,50% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι είναι ουδέτερος και το 6,25% τον κατατάσσει στην περιοχή του απαράδεκτου. Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι σχετικά με τον φωτισμό, δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα.

Στις ερωτήσεις 3.ι. έως 3.λ. εξετάζονται συνθήκες ακουστικής άνεσης που επικρατούν στους γραφειακούς χώρους.

•Αναλυτικά, 18,75% των ατόμων απάντησε ότι δεν υπάρχει θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού, το 43,75 ότι δεν υπάρχει σχεδόν κανένας θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού, ενώ το 37,50% απάντησε ότι υπάρχει κάποιος θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού. Σημ.: Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στο κτίριο δεν υπάρχει σύστημα εξαερισμού και κατά συνέπεια δεν είναι σαφές το τι θεωρούν οι χρήστες του κτιρίου ως σύστημα εξαερισμού.

•Αντίστοιχα, ποσοστό 37,50% θεωρεί ότι δεν υπάρχει σχεδόν κανένας άλλος θόρυβος ενώ ένα μεγάλο ποσοστό 62,5% θεωρεί ότι υπάρχουν διάφοροι άλλοι θόρυβοι, χωρίς κανείς να θεωρεί ότι έχει πολλούς θορύβους.

• Σχετικά με το συνολικό ακουστικό περιβάλλον, 12,50% των ερωτηθέντων το θεωρεί απόλυτα ικανοποιητικό, το 75% προς το γενικά ικανοποιητικό, ενώ το 12,50% το θεωρεί σχετικά ουδέτερο.

#### Γ. Άλλα στοιχεία του εργασιακού περιβάλλοντος

Οι πρώτες τρεις (3) ερωτήσεις του τμήματος αυτού αφορούν στις δυνατότητες που έχουν οι χρήστες του κτιρίου να ελέγξουν τις βασικές παραμέτρους που καθορίζουν τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης τους, δηλαδή, τη θερμοκρασία, τον αερισμό και τον φωτισμό.

•Σε ό,τι αφορά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας, το 6,25% απάντησε ότι μπορεί να ελέγξει τη θερμοκρασία πλήρως, αρκετά μεγάλο ποσοστό (62,5%) των ερωτηθέντων απάντησε ότι μπορεί να την ελέγξει αρκετά προς σχεδόν πλήρως και 18,75% μέτρια. Αντίθετα, ποσοστό 12,5% δεν μπορεί να ελέγξει τη θερμοκρασία στον χώρο εργασίας του σχεδόν καθόλου.

•Ο έλεγχος του αερισμού σε κτίρια χωρίς εγκατάσταση κεντρικού συστήματος εξαερισμού πραγματοποιείται μέσω των ανοιγμάτων. Έτσι, και με δεδομένο ότι σχεδόν σε όλους τους χώρους από τους οποίους λήφθηκαν ερωτηματολόγια υπάρχουν παράθυρα, το 18,25% μπορεί να ελέγξει πλήρως τον αερισμό, το 37,5% των ατόμων απάντησαν προς την περιοχή του "πλήρως" και υπάρχει ένα ποσοστό 43,75% που απάντησε ότι μπορεί να τον ελέγξει έτσι και έτσι προς καθόλου.

•Σχετικά με τη ρύθμιση του φωτισμού, ποσοστό 18,75% απάντησε ότι μπορεί να τον ελέγξει πλήρως, 56,25% σχεδόν πλήρως, ενώ το 25% έτσι και έτσι.

•Η τέταρτη ερώτηση (4) αφορά στις συνθήκες καθαριότητας στους χώρους εργασίας και έχει περισσότερο σχέση με την ποιότητα του χώρου εργασίας, αλλά και την υγιεινή. Το 12,50% απάντησαν ότι οι συνθήκες καθαριότητας είναι σχεδόν απαράδεκτες, το 37,50% ότι είναι μέτριες προς ικανοποιητικές, 31,25% ότι είναι μέτριες και 12,50%  
Κεφάλαιο 6: Στοιχεία για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης όπως προκύπτουν από τα ερωτηματολόγια

ότι είναι ικανοποιητικές. Υπήρξε ένα μικρό ποσοστό (6,25%) που δεν απάντησε τη συγκεκριμένη ερώτηση.

•Τέλος, η Πέμπτη ερώτηση αναφέρεται στο αν υπάρχουν καπνιστές στο άμεσο εργασιακό περιβάλλον. Εδώ, ποσοστό 25% απάντησε θετικά και 75% αρνητικά.

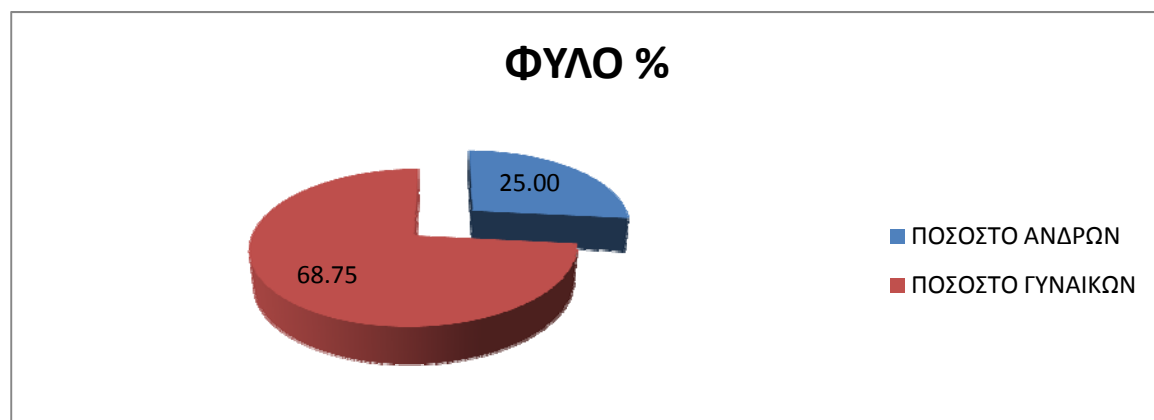
#### Δ. Σχετικά με τον Χρήστη

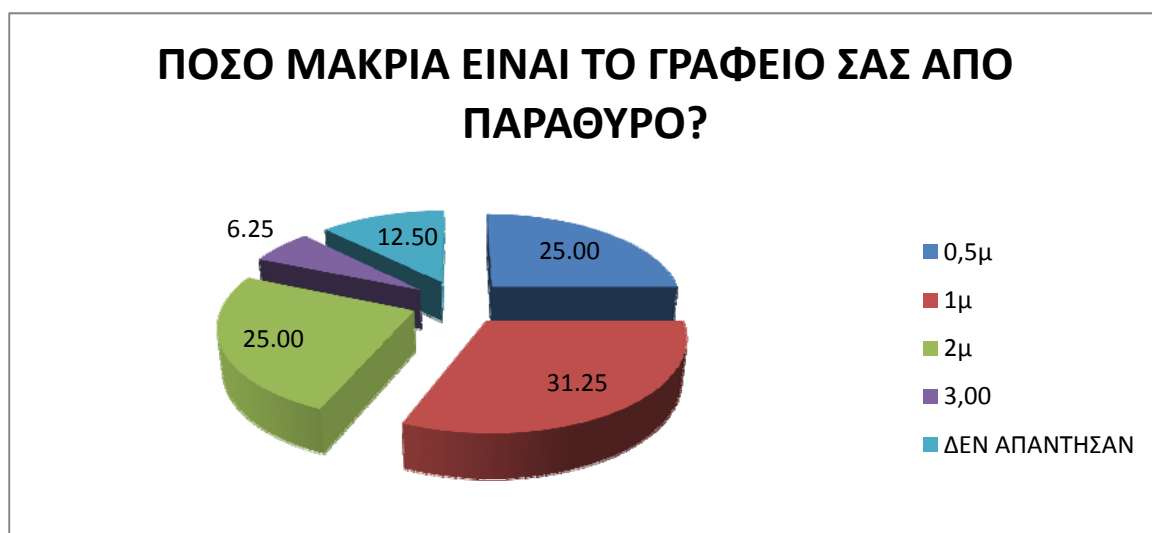
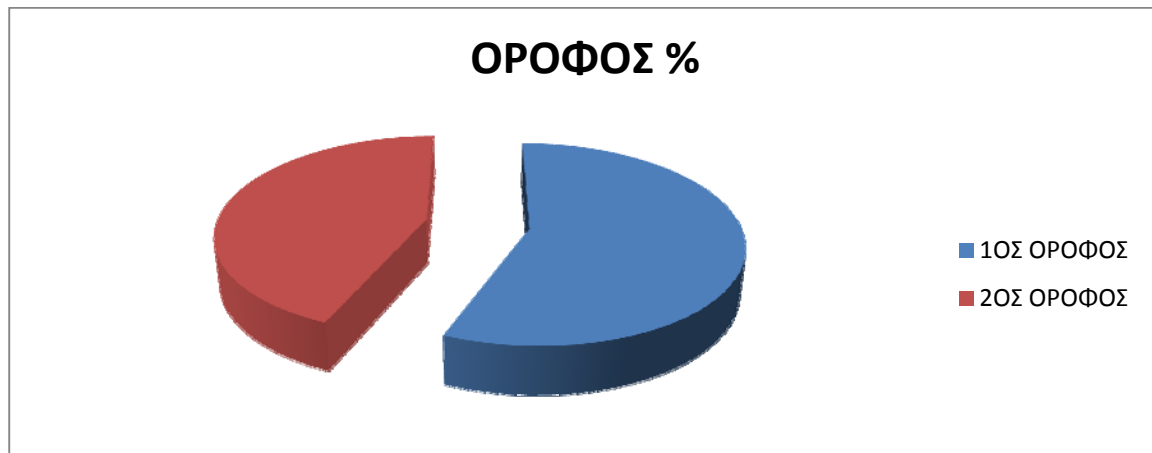
Οι πρώτες τρεις ερωτήσεις του τελευταίου αυτού τμήματος του ερωτηματολογίου αφορούν σε τυχόν προβλήματα υγείας που αντιμετωπίζουν οι χρήστες του κτιρίου. Συνοπτικά, αναφέρεται ότι από άσθμα υποφέρει το 12,50%, ενώ από έκζεμα πάσχει το 12,50%. Σχετικά μικρό είναι και το ποσοστό των ατόμων που υποφέρουν από αλλεργίες (37,50%).

Τέλος, η τέταρτη ερώτηση αφορά στο κάπνισμα. Ποσοστό 18,75% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι καπνιστές και 81,25% ότι δεν είναι. Από το ποσοστό που απάντησαν ότι καπνίζουν, το 66,7% δήλωσε ότι καπνίζει στον εργασιακό του χώρο, ενώ από αυτούς που είπαν ότι δεν καπνίζουν το 30,8% δήλωσε ότι έχει καπνίσει κανονικά στο παρελθόν.

## ΡΑΒΔΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

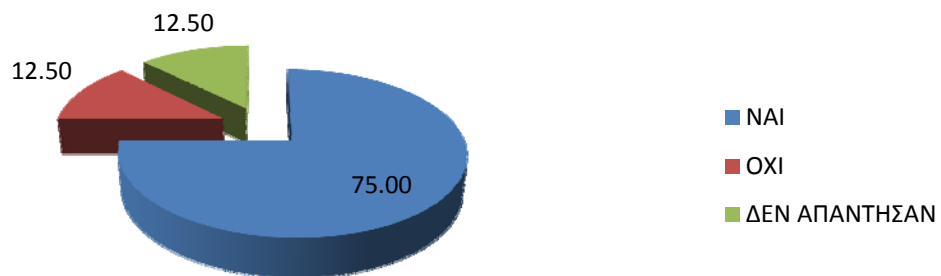
### Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ



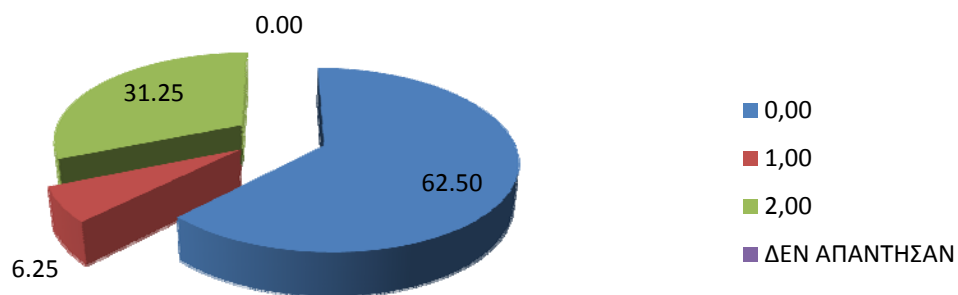




### ΑΝΟΙΓΕΤΕ ΣΥΧΝΑ ΤΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΣΑΣ;

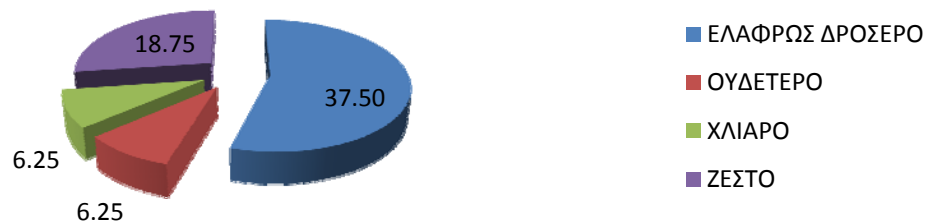


### ΜΕ ΠΟΣΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΜΟΙΡΑΖΕΣΤΕ ΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ;

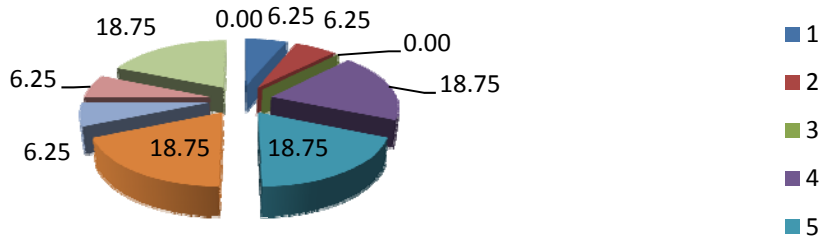


## Β. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΑΣ

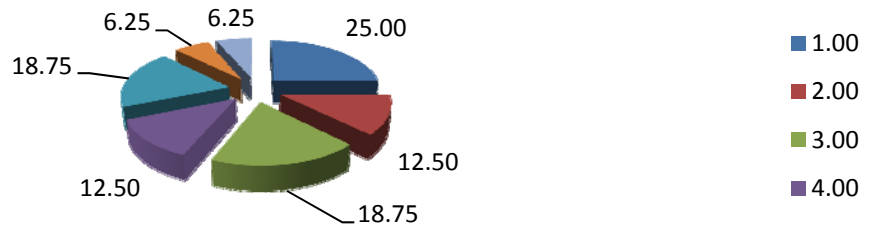
### ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;



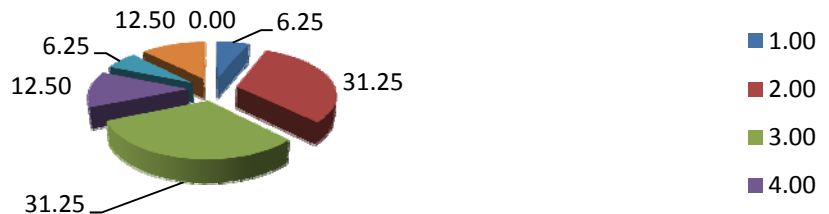
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(1=ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΗ, 10=ΑΠΟΛΥΤΑ...**



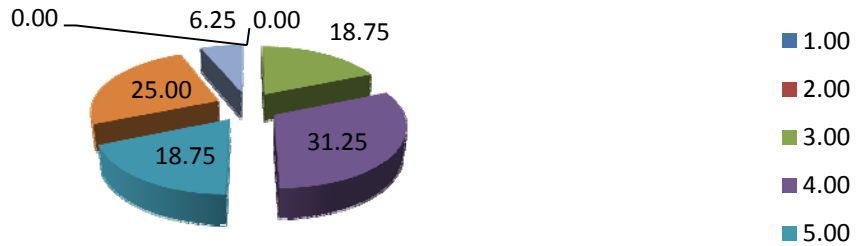
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ,1=ΑΝΕΤΗ,...**



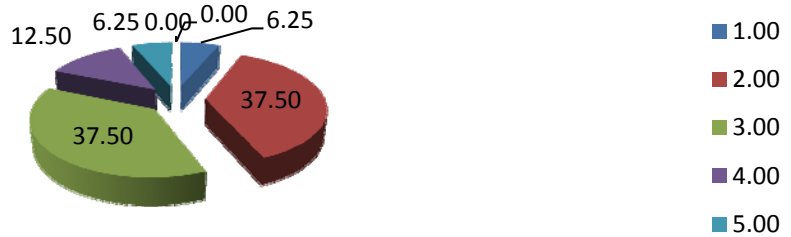
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΚΙΝΗΣΗ ΑΕΡΑ 1=ΣΤΑΣΙΜΟΣ, 7=ΜΕ ΠΟΛΛΑ ΡΕΥΜΑΤΑ)**



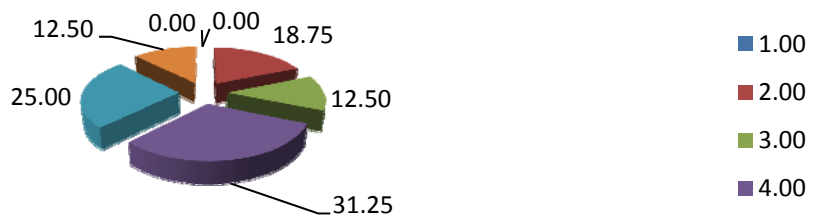
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ 1=ΞΗΡΟΣ,...**



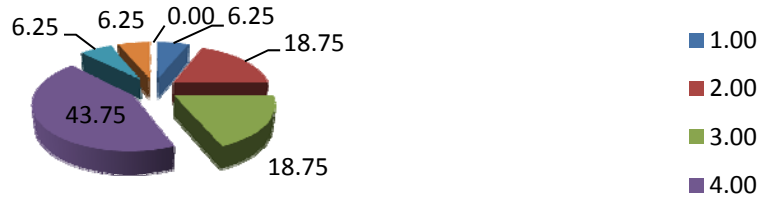
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ 1=ΑΟΣΜΟΣ,...**



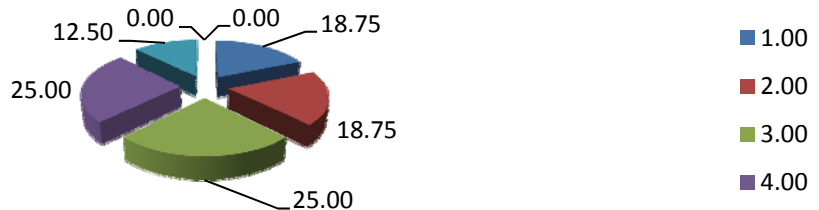
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΠΟΛΥ ΣΚΟΤΕΙΝΑ,  
7=ΠΟΛΥ ΦΩΤΕΙΝΑ)**



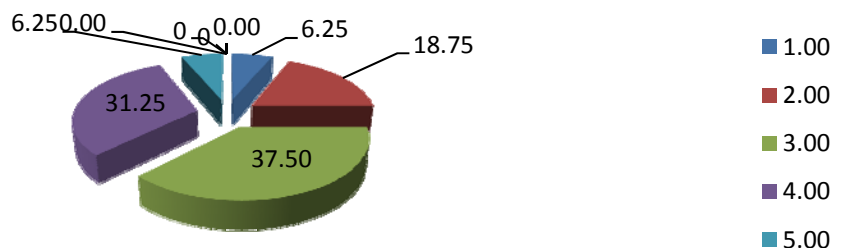
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΣΤΑΘΕΡΟΣ, 7=ΜΕ ΠΟΛΛΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ)**



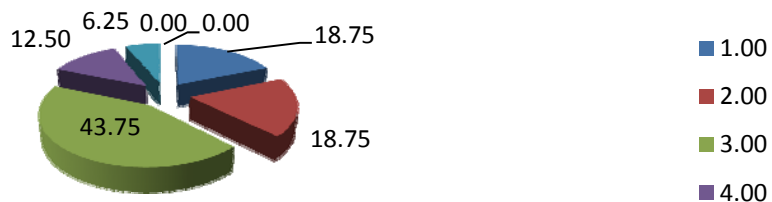
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΔΕΝ ΠΡΟΞΕΝΕΙ ΘΑΜΠΩΜΑ, 7=ΠΡΟΞΕΝΕΙ ΘΑΜΠΩΜΑ)**



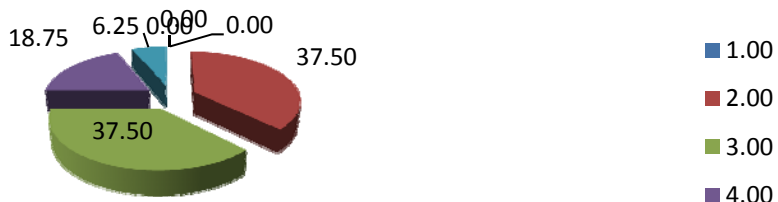
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟΣ, 7=ΑΝΟΜΟΙΟΣ)**



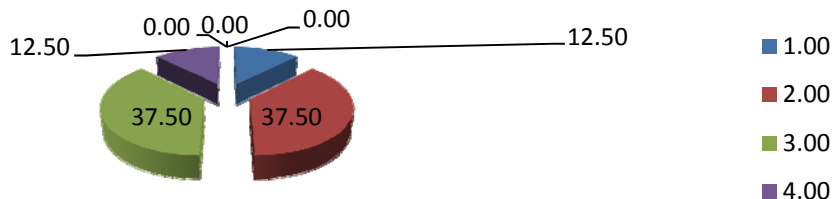
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΓΕΝΙΚΑ  
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΣ, 7=ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΟΣ)**



**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΟΡΥΒΟΣ 1=ΚΑΝΕΝΑΣ ΑΛΛΟΑ  
ΘΟΡΥΒΟΣ, 7=ΠΟΛΛΟΙ ΑΛΛΟΙ ΘΟΡΥΒΟΙ)**



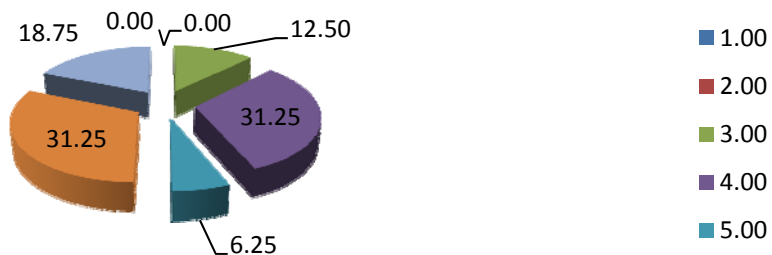
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΟΡΥΒΟΣ 1=ΓΕΝΙΚΑ  
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΣ, ΓΕΝΙΚΑ ΜΗ...**



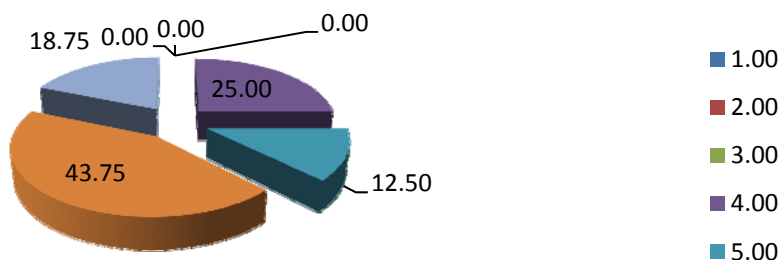
**Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΣΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Κεφάλαιο 6: Στοιχεία για τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης όπως προκύπτουν από τα ερωτηματολόγια

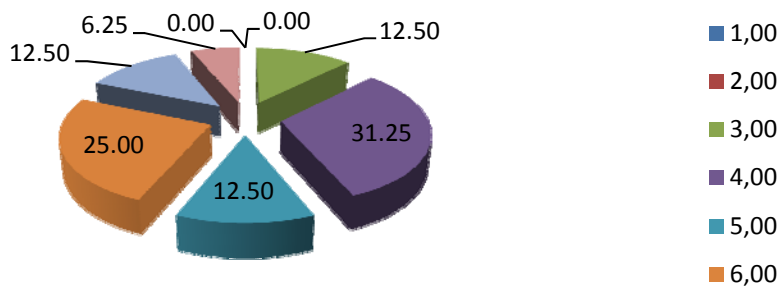
**ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΠΟΣΟ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ; (1=ΚΑΘΟΛΟΥ, 7=ΠΛΗΡΩΣ)**



**ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΠΟΣΟ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ; (1=ΠΛΗΡΩΣ, 7=ΚΑΘΟΛΟΥ)**

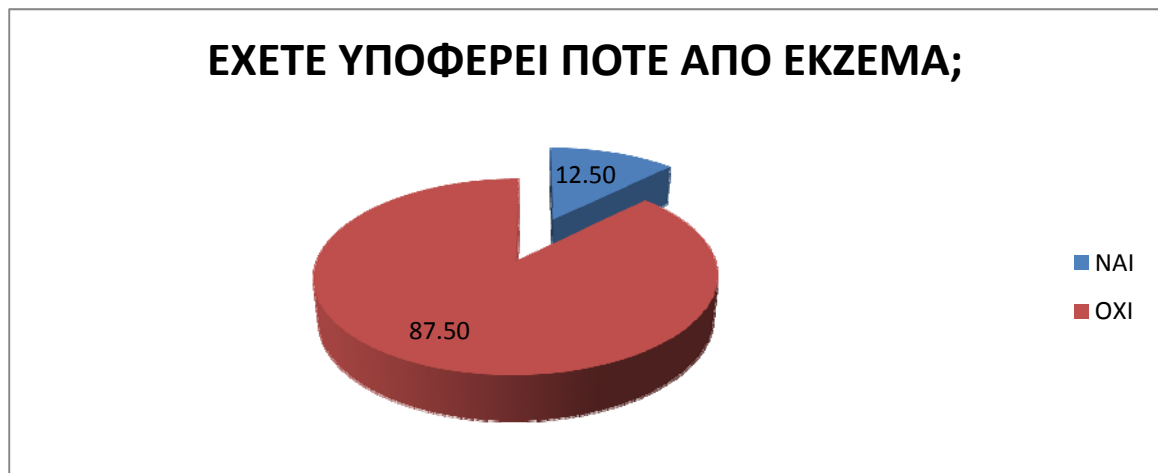


**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ; (1=ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ, 7=ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ)**

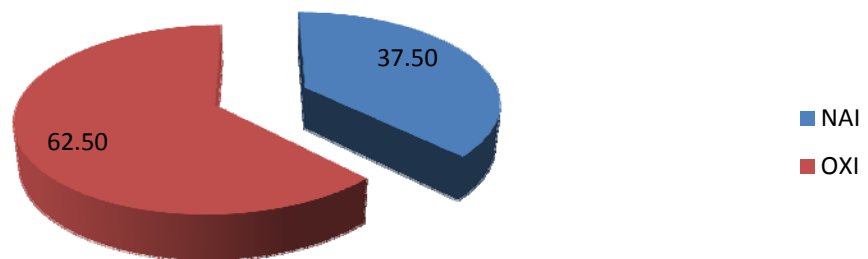




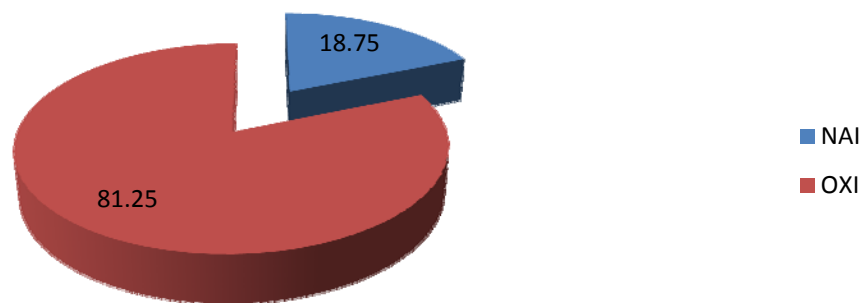
**Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ**



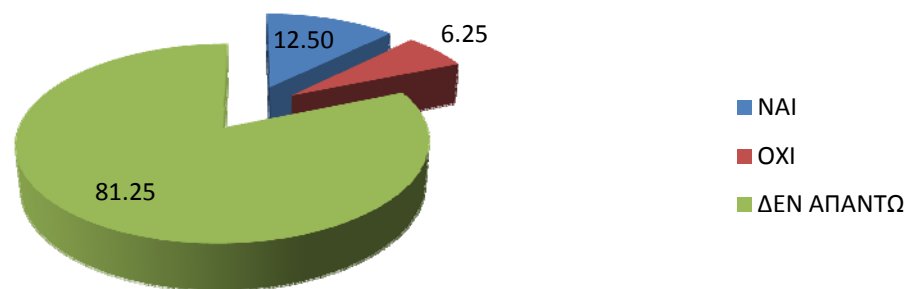
### ΕΧΕΤΕ ΥΠΟΦΕΡΕΙ ΠΟΤΕ ΑΠΟ ΑΛΛΕΡΓΙΕΣ;



### ΕΙΣΤΕ ΚΑΠΝΙΣΤΗΣ;



### ΚΑΠΝΙΖΕΤΕ ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΔΩΜΑΤΙΟ;







#### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 26/06/09-07/07/09.**

•Στο κτίριο Λαμπαδαρίου, ο σχεδιασμός του κτιρίου και η διαρρύθμιση των γραφειακών χώρων διασφαλίζουν ότι σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι είναι σε θέση να δεχθούν τις θετικές συνέπειες από άποψη φυσικού φωτισμού και αερισμού των παραθύρων. Επίσης σημειώνεται ότι ακόμα και στους γραφειακούς χώρους με βορεινό προσανατολισμό, που έχουν βαθύτερη κάτοψη, η χωροθέτηση των θέσεων εργασίας γίνεται στην άμεση περιοχή του ανοίγματος και όχι στο βάθος του χώρου.

•Γενικά, σε ό,τι αφορά τον φωτισμό, οι απαντήσεις που δόθηκαν δείχνουν ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα. Μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησε ότι μπορεί να ελέγξει πλήρως ή σχεδόν πλήρως τον φωτισμό στον χώρο του. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το κτίριο Λαμπαδάριο περιλαμβάνει μικρές γραφειακές μονάδες και γενικά μικρά εργαστήρια με αυτόνομο φωτισμό.

•Από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 3.ιε. έως 3.ιη. (θόρυβος), φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές τα επίπεδα θορύβου στο κτίριο είναι σε ανεκτά επίπεδα και οι συνθήκες σχετικά ικανοποιητικές.

•Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι μπορεί να ελέγχει πλήρως ή σχεδόν πλήρως τη θερμοκρασία στον χώρο τους διαθέτει κλιματιστικό μηχάνημα ή /και καλοριφέρ και κατά συνέπεια μπορεί να ρυθμίζει τη θερμοκρασία. Η ύπαρξη παραθύρων σε όλους τους χώρους εξηγεί τα μεγάλα ποσοστά των ατόμων που μπορούν να ελέγξουν πλήρως (18,75%) και σχεδόν πλήρως (37,5%) τον αερισμό στον χώρο τους. Παρόλα

αυτά υπάρχει ένα μεγάλο ποσοστό(43,75%) που απάντησε ότι μπορεί να ελέγξει τον αερισμό έτσι και έτσι προς καθόλου.

•Το 81,25% των ερωτηθέντων δήλωσε ότι δεν είναι καπνιστές, ενώ το 75% δήλωσε πως δεν υπάρχουν καπνιστές στο άμεσο εργασιακό τους περιβάλλον, γεγονός που δείχνει πως δεν υπάρχει λόγος ενόχλησης μεταξύ καπνιστών και μη καπνιστών.

## **ΚΤΙΡΙΟ ΒΕΗ**

### A .Γενικές πληροφορίες

Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων που απάντησαν είχαν ηλικία μεταξύ 30 και 39 ετών (35,29%), 23,53% ήταν μεταξύ 40 και 49 ετών, 17,65% ήταν μεταξύ 50 και 59 και 23,53% μεταξύ 20 και 29 ετών.

Οι ερωτηθέντες ήταν στην πλειοψηφία τους άντρες με ποσοστό 64,71%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό των γυναικών ήταν 35,29%.

Ερωτηματολόγια δόθηκαν μόνο στον πρώτο και το δεύτερο όροφο του κτιρίου Βέη, με ποσοστό 52,94% στον πρώτο όροφο και 47,06% στο δεύτερο. Ως προς τον προσανατολισμό των ερωτηθέντων, το 41,18 % είχαν βόρειο, ενώ το 35,29% είχαν νότιο.Υπήρξε ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό (23,53%) που δεν απάντησε στο συγκεκριμένο ερώτημα,Αυτό πρέπει να οφείλεται στο γεγονός ότι η κάτοψη του κτιρίου Βέη είναι τέτοια που πολλά γραφεία έχουν ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό.

Όλοι οι ερωτηθέντες δήλωσαν ότι είχαν στον εργασιακό τους χώρο παράθυρο,με το 88,24% αυτών να δηλώνει ότι το ανοίγει συχνά. Οι αποστάσεις των θέσεων εργασίας από τα παράθυρα ήταν οι εξής: 41,18% σε απόσταση από 0-1 μ., 11,76% σε απόσταση από 1-2 μ., 5,88% σε απόσταση από 2-3 μ., ενώ το 29,41% των ερωτηθέντων δεν απάντησε στη συγκεκριμένη ερώτηση.. Τα παραπάνω ποσοστά συνεπάγονται ότι στο Βέη η διαρρύθμιση των γραφειακών χώρων είναι τέτοια ώστε σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι να είναι σε θέση να δεχθούν τις θετικές συνέπειες από άποψη φυσικού φωτισμού και αερισμού των παραθύρων.

Σε σχέση με τον αριθμό ατόμων, τα οποία υπάρχουν στους χώρους εργασίας, το 76,47% των ατόμων είναι μόνοι τους, το 5,88% μοιράζονται το γραφείο τους με ένα άτομο και το 5,88% μοιράζονται το γραφείο τους με δύο άτομα. Ποσοστό 11,76% δεν απάντησε.

### *B. Συνθήκες περιβαλλοντικής άνεσης στον χώρο εργασίας*

Στην ερώτηση «Πώς θα χαρακτηρίζατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;», ως προς επτά (7) διαβαθμίσεις από κρύο σε ζεστό, το 35,29% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι ελαφρώς δροσερό, το 17,65% ότι είναι ουδέτερο και το 35,29% απάντησε ότι είναι ζεστό.

Η ερώτηση «Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο γραφείο σας αυτή τη στιγμή;» είχε δέκα (10) διαβαθμίσεις από απαράδεκτη έως απόλυτα ικανοποιητική, με τις ενδιάμεσες τιμές να αφορούν ποιότητα αέρα μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο και μόλις αποδεκτή.

Έτσι, το 17,65% των ατόμων θεωρεί την ποιότητα του αέρα μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο(διαβάθμιση 4).Επίσης, άθροισμα 5,88% θεωρεί την ποιότητα αέρα προς την κατηγορία απαράδεκτη (διαβάθμιση 1,2,3) και ένα ποσοστό 11,76% τη θεωρεί μόλις αποδεκτή (διαβάθμιση 5).Ένα αρκετά μεγαλύτερο άθροισμα 47,05% θεωρεί την ποιότητα αέρα προς την κατηγορία αρκετά ικανοποιητική, (διαβάθμιση 7,8,9) ενώ κανείς δεν απάντησε ότι είναι απόλυτα ικανοποιημένος (διαβάθμιση 10). Συμπερασματικά, κατά ένα μεγάλο ποσοστό, οι χρήστες του κτιρίου θεωρούν ότι η ποιότητα του αέρα είναι ικανοποιητική.

Η Τρίτη ερώτηση σε αυτό το τμήμα του ερωτηματολογίου αφορά το σύνολο των εσωτερικών συνθηκών στο γραφείο των ερωτηθέντων και αφορά τη θερμοκρασία, την κίνηση και την ποιότητα του αέρα, τον φωτισμό και τον θόρυβο. Αναλυτικά, οι απαντήσεις που λήφθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω.

•Σε ότι αφορά στη θερμοκρασία, 5,88% των ατόμων τη θεωρεί άνετη,ένα μεγάλο ποσοστό 70,59% τη θεωρεί ουδέτερη προς άνετη(διαβάθμιση 2,3),17,65% τη θεωρεί ουδέτερη,άθροισμα 5,88% ουδέτερη προς δυσάρεστη(διαβάθμιση 5,6),ενώ κανείς δε τη βρίσκει απόλυτα δυσάρεστη.

•Η κίνηση του αέρα θεωρείται από ποσοστό 35,29% ιδανικό προς το στάσιμο(διαβάθμιση 1,2,3), ενώ 23,53% των ατόμων βρίσκουν ότι ο αέρας έχει ρεύματα(διαβάθμιση 5,6,7).Υπάρχει και ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό της τάξης του 41,18% που θεωρεί ότι η κίνηση του αέρα είναι ιδανική(διαβάθμιση 4).

•Η ποιότητα του αέρα ως προς την περιεκτικότητά του θεωρείται κατά ποσοστό 41,17% ιδανικό προς το ξηρό(διαβάθμιση 1,2,3). Το 29,41% των ερωτηθέντων βρίσκει τον αέρα ιδανικό προς το υγρό(διαβάθμιση 5,6,7) και το 29,41% θεωρεί τον αέρα ιδανικό ως προς την περιεκτικότητα σε υγρασία.

•Στην ερώτηση 3δ εξετάζεται η ποιότητα του αέρα ως προς το αν είναι φρέσκος ή βαρύς και ως προς το αν είναι άοσμος ή με έντονες οσμές. Έτσι, το μεγαλύτερο

ποσοστό,82,36% των ερωτηθέντων θεωρεί τον αέρα ιδανικό προς το φρέσκο, ενώ το 17,65 % τον θεωρεί ουδέτερο. Όσον αφορά τις οσμές το 6,25% θεωρεί τον αέρα άοσμο, το 75% τον θεωρεί σχεδόν άοσμο(διαβάθμιση 2,3), το 18,75% ότι έχει αρκετές οσμές(διαβάθμιση 4,5,6), και το 6,25% ότι μυρίζει έντονα.

Οι ερωτήσεις 3<sup>ε</sup> έως 3θ αφορούν στο φυσικό φωτισμό και κατά συνέπεια στις συνθήκες οπτικής άνεσης που επικρατούν στους χώρους εργασίας, εξετάζοντας παραμέτρους όπως ομοιομορφία και η γενική ποιότητα.

•Στην ερώτηση 3<sup>ε</sup>, που αφορά στην ένταση του φυσικού φωτισμού, ποσοστό 41,18% τη θεωρεί ιδανική(διαβάθμιση 4), ποσοστό 23,53% θεωρεί την ένταση του φωτισμού από ιδανική προς σκοτεινή (διαβάθμιση 1,2,3), ενώ το 35,30% βρίσκει ότι ο χώρος τους είναι σχεδόν ιδανικός προς πολύ φωτεινός (διαβάθμιση 5,6,7)

•Ως προς τη σταθερότητα του φωτισμού (ερώτηση 3στ),το 58,83% τον κατατάσσουν στην περιοχή του ουδέτερου προς σταθερού(διαβάθμιση 2,3,4) και το 41,17% στην περιοχή με αρκετές διακυμάνσεις(διαβάθμιση 5,6,7).

•Στην ερώτηση 3ζ, που αφορά το θάμπωμα του φωτισμού το 58,82% θεωρεί ότι σχεδόν δεν προξενεί θάμπωμα(διαβάθμιση 2,3,4),ενώ το 41,17% πιστεύει ότι προξενεί θάμπωμα(διαβάθμιση 5,6,7).

•Όμοια σε ό,τι αφορά την ομοιομορφία του φωτισμού (ερώτηση 3η), 17,65% των ερωτηθέντων θεωρεί τον φωτισμό ομοιόμορφο,το 11,76% σχεδόν ομοιόμορφο,το 52,94% τον κατατάσσουν ως ουδέτερο και το 17,64% ως ουδέτερο προς ανομοιόμορφο.

•Τέλος, η γενική ποιότητα του φωτισμού χαρακτηρίζεται απόλυτα ικανοποιητική από ποσοστό 17,65%, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 52,94% ανήκει στην περιοχή του ικανοποιητικού. Το 23,53% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι είναι ουδέτερος και το 4,88% τον κατατάσσει προς την περιοχή του απαράδεκτου. Από όλα τα παραπάνω φαίνεται ότι σχετικά με τον φωτισμό, δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα.

Στις ερωτήσεις 3.ι. έως 3.λ. εξετάζονται συνθήκες ακουστικής άνεσης που επικρατούν στους γραφειακούς χώρους.

•Αναλυτικά, 29,41% των ατόμων απάντησε ότι δεν υπάρχει θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού, το 47,06% ότι δεν υπάρχει σχεδόν κανένας θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού,ενώ το 23,52% απάντησε ότι υπάρχει κάποιος θόρυβος από το σύστημα εξαερισμού. Σημ.: Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι στο κτίριο δεν υπάρχει σύστημα εξαερισμού και κατά συνέπεια δεν είναι σαφές το τι θεωρούν οι χρήστες του κτιρίου ως σύστημα εξαερισμού.

•Αντίστοιχα, ποσοστό 17,65% θεωρεί ότι δεν υπάρχει κανένας άλλος θόρυβος,το 52,94% θεωρεί ότι δεν υπάρχει σχεδόν κανένας άλλος θόρυβος, ενώ το 29,41% θεωρεί ότι υπάρχουν διάφοροι άλλοι θόρυβοι,χωρίς κανείς να θεωρεί ότι έχει πολλούς θορύβους.

• Σχετικά με το συνολικό ακουστικό περιβάλλον , το 35,29% των ερωτηθέντων το θεωρεί απόλυτα ικανοποιητικό,το 41,18% σχετικά ικανοποιητικό, ενώ το 23,52% το θεωρεί σχετικά ουδέτερο προς δυσάρεστο.

### *Γ. Άλλα στοιχεία του εργασιακού περιβάλλοντος*

Οι πρώτες τρεις (3) ερωτήσεις του τμήματος αυτού αφορούν στις δυνατότητες που έχουν οι χρήστες του κτιρίου να ελέγξουν τις βασικές παραμέτρους που καθορίζουν τις συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης τους, δηλαδή, τη θερμοκρασία, τον αερισμό και τον φωτισμό.

•Σε ό,τι αφορά στη ρύθμιση της θερμοκρασίας, το 76,47% των ερωτηθέντων απάντησε ότι μπορεί να την ελέγξει σχεδόν πλήρως, το 11,76% μέτρια. Αντίθετα, ποσοστό 5,88% δεν μπορεί να ελέγξει τη θερμοκρασία στον χώρο εργασίας του καθόλου.

•Ο έλεγχος του αερισμού σε κτίρια χωρίς εγκατάσταση κεντρικού συστήματος εξαερισμού πραγματοποιείται μέσω των ανοιγμάτων. Έτσι, και με δεδομένο ότι σε όλους τους χώρους από τους οποίους λήφθηκαν ερωτηματολόγια υπάρχουν παράθυρα, το 5,88% μπορεί να ελέγξει πλήρως τον αερισμό,ένα πολύ μεγάλο ποσοστό 88,24% μπορεί να ελέγξει μέτρια προς σχεδόν πλήρως τον αερισμό, ενώ το 5,88% απάντησε ότι δεν μπορεί να ελέγξει καθόλου τον αερισμό.

•Σχετικά με τη ρύθμιση του φωτισμού, ποσοστό 17,65% απάντησε ότι μπορεί να τον ελέγξει πλήρως ,52,94% σχεδόν πλήρως ,23,53 μέτρια,ενώ το 5,88% σχεδόν καθόλου

•Η τέταρτη ερώτηση (4) αφορά στις συνθήκες καθαριότητας στους χώρους εργασίας και έχει περισσότερο σχέση με την ποιότητα του χώρου εργασίας, αλλά και την υγιεινή. Το 11,76% απάντησαν ότι οι συνθήκες καθαριότητας είναι σχεδόν απαράδεκτες, το 5,88% ότι είναι μέτριες, το 70,58% ότι είναι μέτριες προς ικανοποιητικές και το 11,76% ότι είναι ικανοποιητικές.

•Τέλος, η Πέμπτη ερώτηση αναφέρεται στο αν υπάρχουν καπνιστές στο άμεσο εργασιακό περιβάλλον. Εδώ, ποσοστό 17,65% απάντησε θετικά και 70,59% αρνητικά.Το 11,76 δεν απάντησε στη συγκεκριμένη ερώτηση.

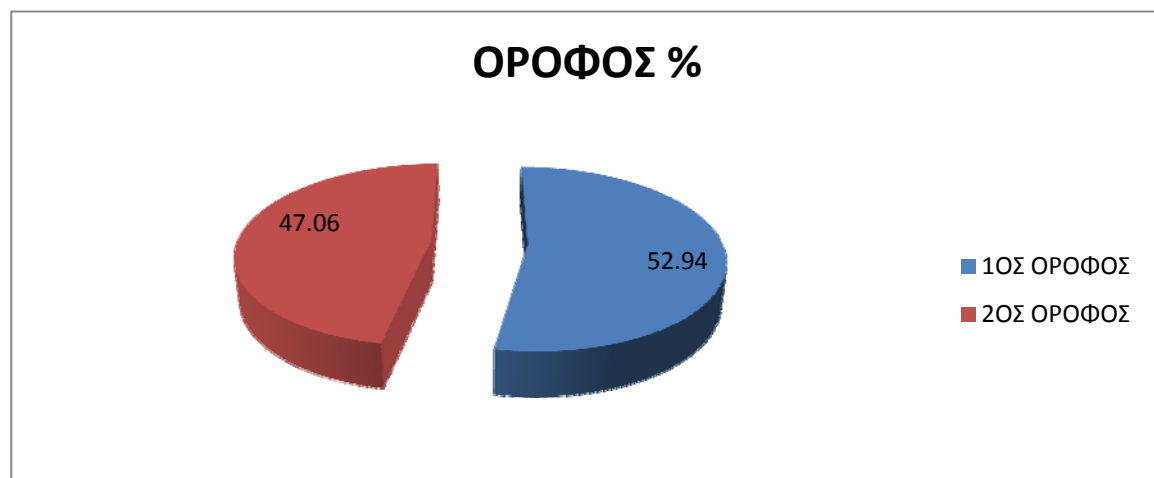
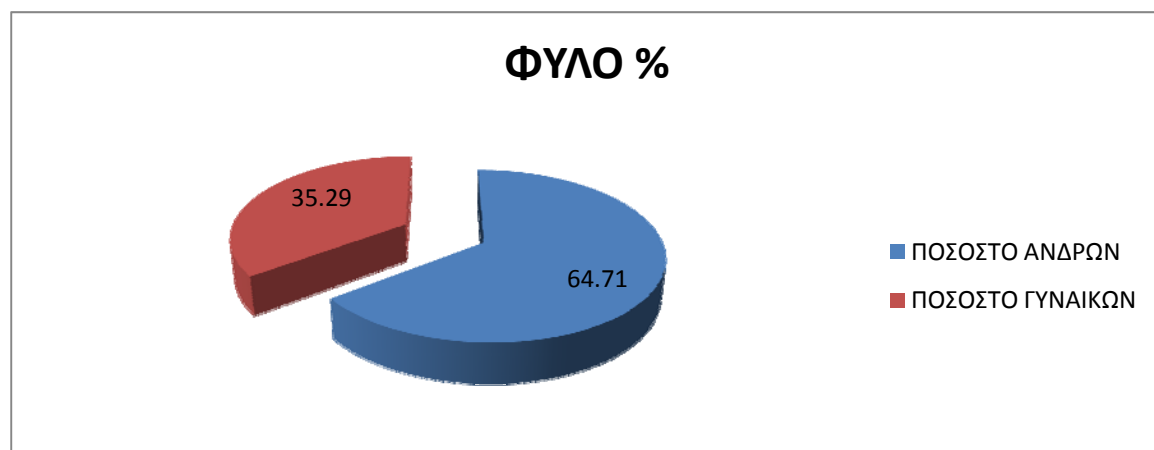
#### Δ. Σχετικά με τον Χρήστη

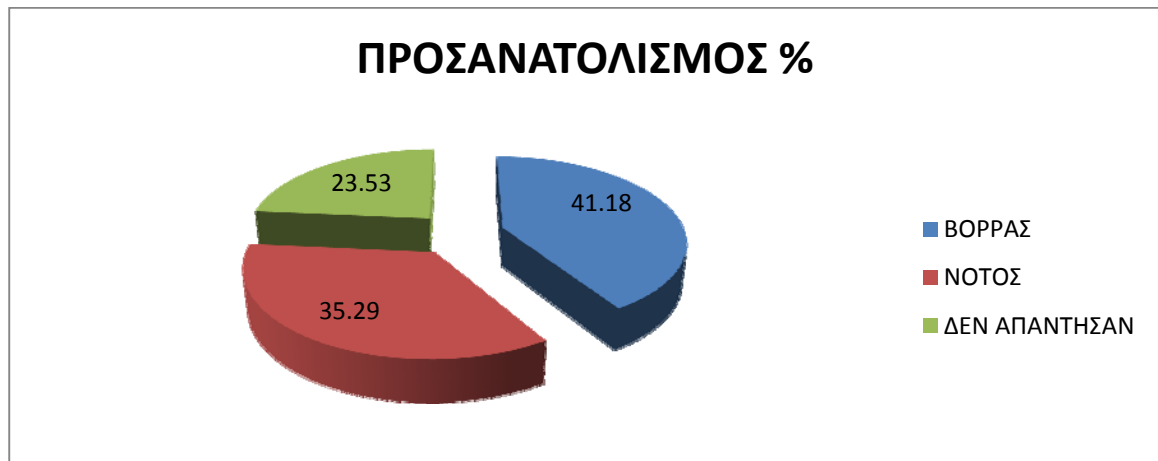
Οι πρώτες τρεις ερωτήσεις του τελευταίου αυτού τμήματος του ερωτηματολογίου αφορούν σε τυχόν προβλήματα υγείας που αντιμετωπίζουν οι χρήστες του κτιρίου. Συνοπτικά, αναφέρεται ότι από άσθμα και έκζεμα δεν υποφέρει κανείς. Αντίθετα από αλλεργίες υποφέρει το 41,18%.

Τέλος, η τέταρτη ερώτηση αφορά στο κάπνισμα. Ποσοστό 29,41% των ερωτηθέντων απάντησε ότι είναι καπνιστές και 70,59% ότι δεν είναι. Αντίστοιχα, 23,53% απάντησε θετικά στην ερώτηση αν καπνίζει στο δωμάτιο που εργάζεται, ενώ 76,47% αρνητικά. Το 17,65% αυτών που δήλωσαν ότι δεν είναι καπνιστές δήλωσε ότι έχει καπνίζει κανονικά στο παρελθόν.

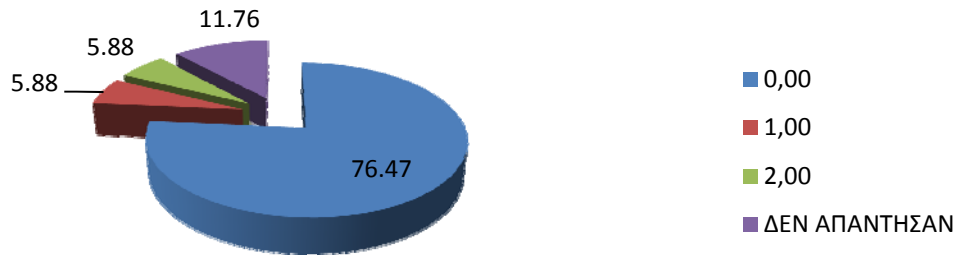
### ΡΑΒΔΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΝΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΩΝ

#### Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

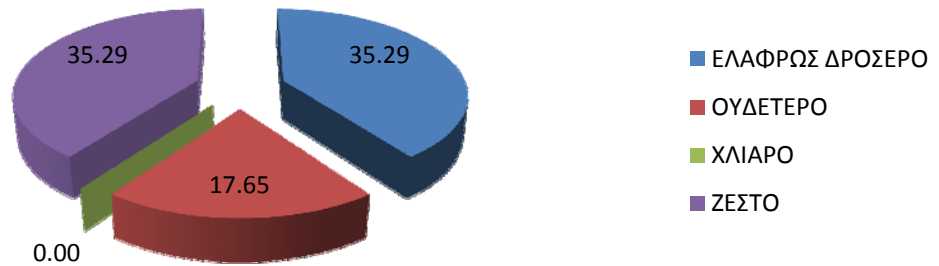




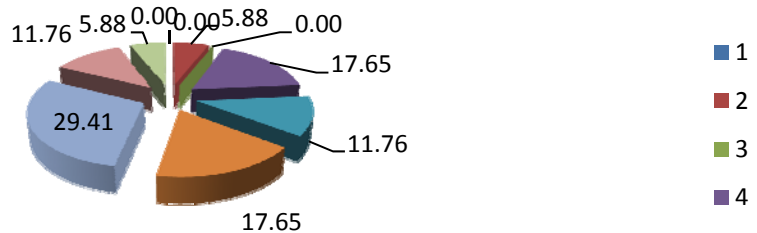
### ΜΕ ΠΟΣΟΥΣ ΑΛΛΟΥΣ ΜΟΙΡΑΖΕΣΤΕ ΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ;



### ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;



### ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(1=ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΗ, 10=ΑΠΟΛΥΤΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΗ)

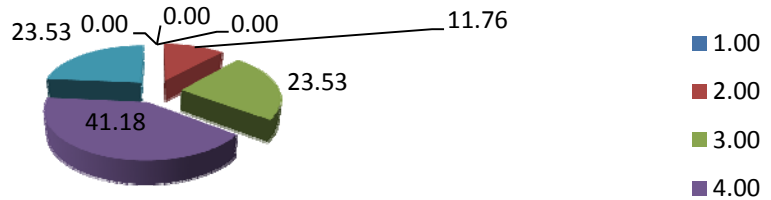




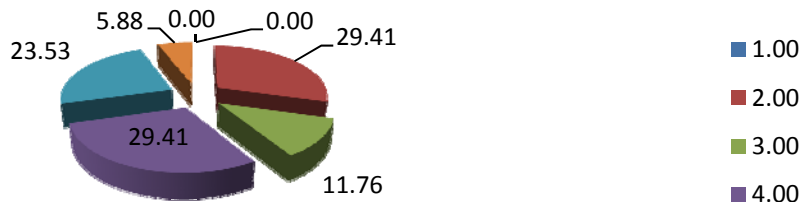
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΟΥ ΓΡΑΦΕΙΟΥ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ,1=ΑΝΕΤΗ, 7=ΔΥΣΑΡΕΣΤΗ)**



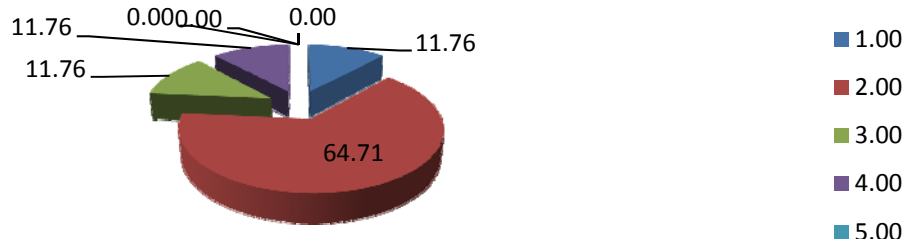
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΚΙΝΗΣΗ ΑΕΡΑ 1=ΣΤΑΣΙΜΟΣ, 7=ΜΕ ΠΟΛΛΑ ΡΕΥΜΑΤΑ)**



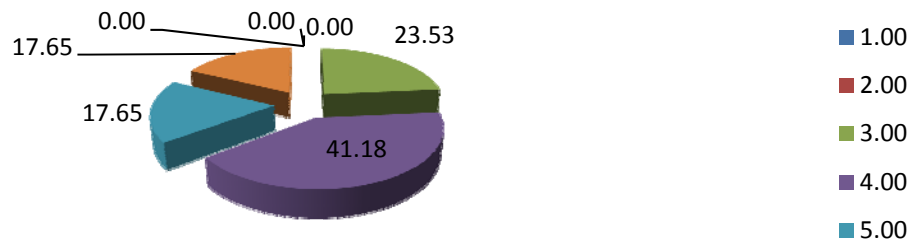
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ 1=ΞΗΡΟΣ, 7=ΥΓΡΟΣ)**



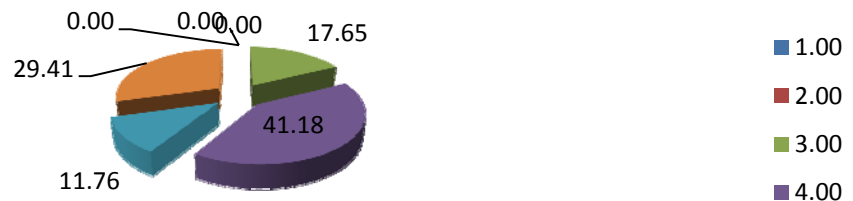
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ 1=ΑΟΣΜΟΣ, 7=ΜΥΡΙΖΕΙ ΕΝΤΟΝΑ)**



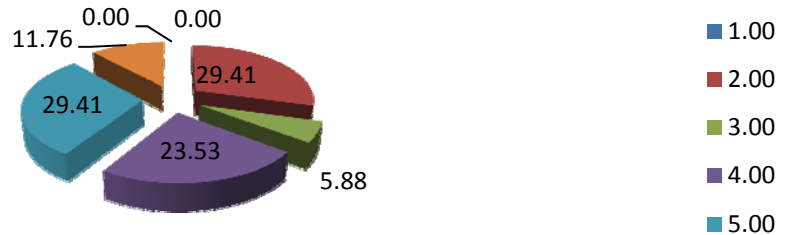
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΠΟΛΥ ΣΚΟΤΕΙΝΑ, 7=ΠΟΛΥ ΦΩΤΕΙΝΑ)**



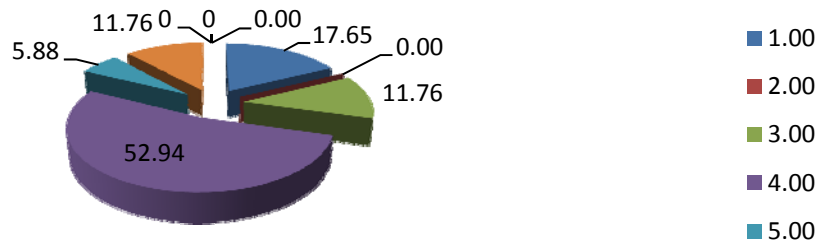
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΣΤΑΘΕΡΟΣ, 7=ΜΕ ΠΟΛΛΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ)**



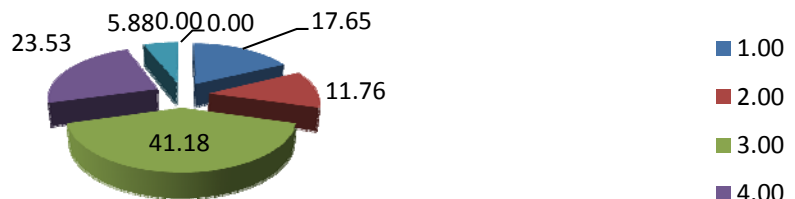
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΔΕΝ ΠΡΟΞΕΝΕΙ ΘΑΜΠΩΜΑ, 7=ΠΡΟΞΕΝΕΙ ΘΑΜΠΩΜΑ)**



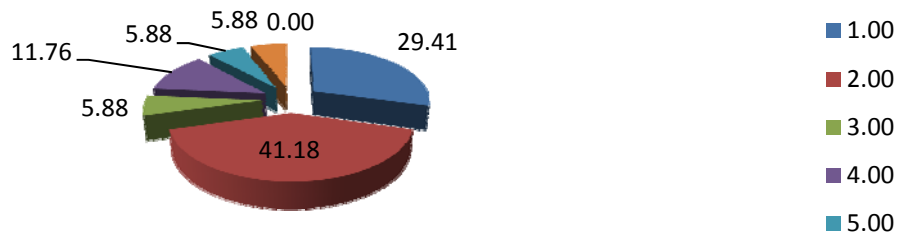
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΟΣ, 7=ΑΝΟΜΟΙΟΣ)**



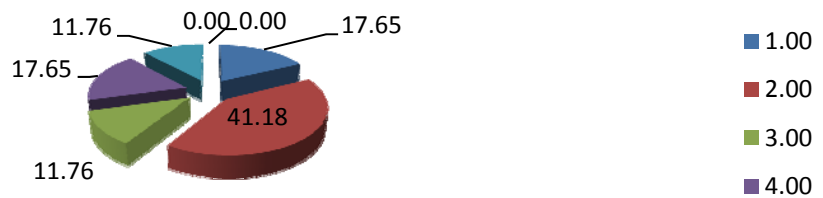
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ;(ΦΩΤΙΣΜΟΣ 1=ΓΕΝΙΚΑ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΣ, 7=ΓΕΝΙΚΑ ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΟΣ)**



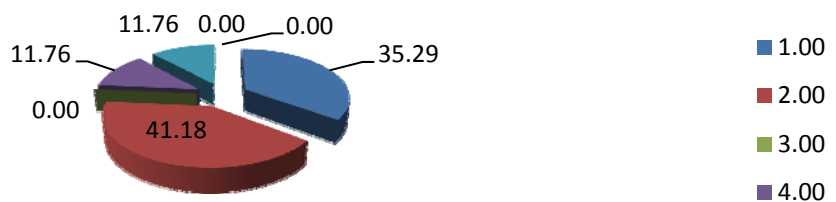
**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΟΡΥΒΟΣ 1=ΚΑΘΟΛΟΥ ΘΟΡΥΒΟΣ...**



**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΟΡΥΒΟΣ 1=ΚΑΝΕΝΑΣ ΑΛΛΟΑ  
ΘΟΡΥΒΟΣ, 7=ΠΟΛΛΟΙ ΑΛΛΟΙ ΘΟΡΥΒΟΙ)**

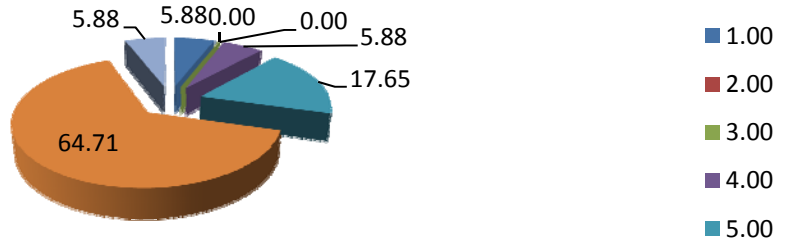


**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ  
ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΑΥΤΗ ΤΗ  
ΣΤΙΓΜΗ;(ΘΟΡΥΒΟΣ 1=ΓΕΝΙΚΑ  
ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΟΣ, ΓΕΝΙΚΑ ΜΗ...**

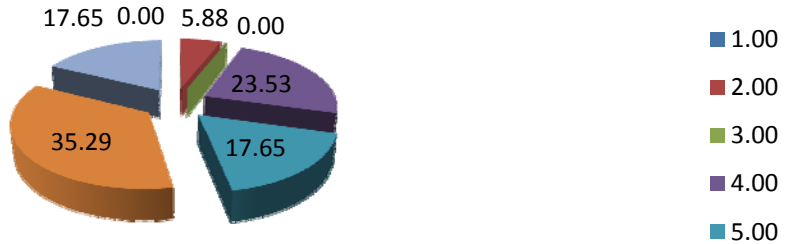


**Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΣΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

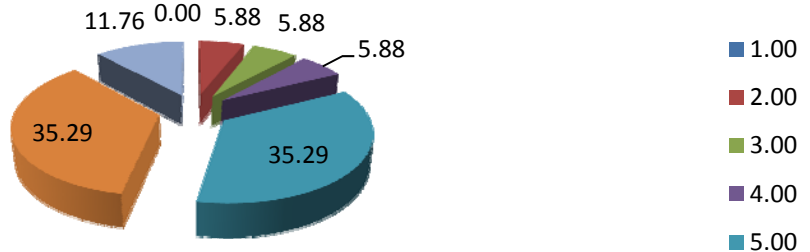
**ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΠΟΣΟ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ  
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ; (1=ΚΑΘΟΛΟΥ,  
7=ΠΛΗΡΩΣ)**



**ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ ΠΟΣΟ ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ  
ΕΛΕΓΞΕΤΕ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ; (1=ΠΛΗΡΩΣ,  
7=ΚΑΘΟΛΟΥ)**



**ΠΩΣ ΘΑ ΠΕΡΙΓΡΑΦΑΤΕ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ  
ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΑΣ;  
(1=ΑΠΑΡΑΔΕΚΤΕΣ, 7=ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ)**

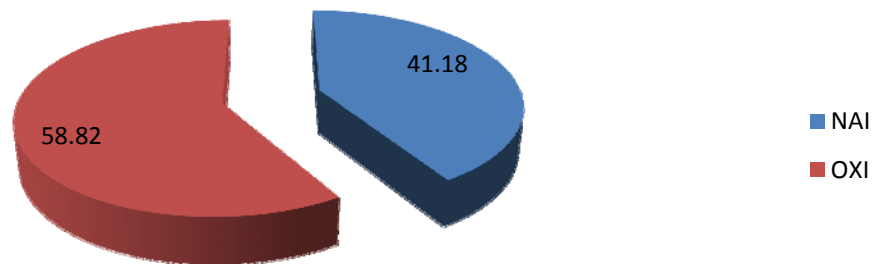




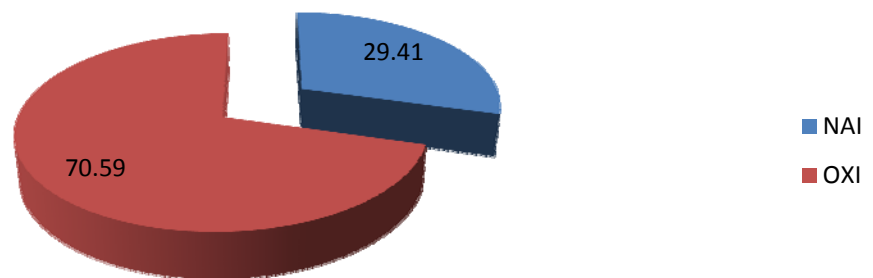
#### Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ



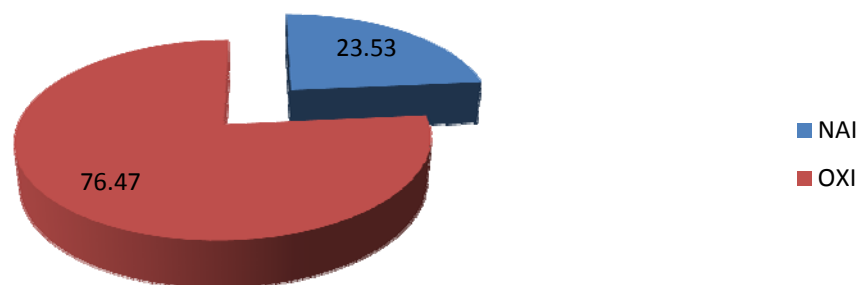
### ΕΧΕΤΕ ΥΠΟΦΕΡΕΙ ΠΟΤΕ ΑΠΟ ΑΛΛΕΡΓΙΕΣ;



### ΕΙΣΤΕ ΚΑΠΝΙΣΤΗΣ;



### ΚΑΠΝΙΖΕΤΕ ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΔΩΜΑΤΙΟ;





#### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ 26/06/09-07/07/09.**

•Στο κτίριο Βέη, ο σχεδιασμός του κτιρίου και η διαρρύθμιση των γραφειακών χώρων διασφαλίζουν ότι σχεδόν όλοι οι εργαζόμενοι είναι σε θέση να δεχθούν τις θετικές συνέπειες – από άποψη φυσικού φωτισμού και αερισμού των παραθύρων.

•Γενικά, σε ό,τι αφορά τον φωτισμό, οι απαντήσεις που δόθηκαν δείχνουν ότι δεν υπάρχουν ιδιαίτερα προβλήματα. Μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησε ότι μπορεί να ελέγξει πλήρως ή σχεδόν πλήρως τον φωτισμό στον χώρο του. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι ο περιλαμβάνει μικρές γραφειακές μονάδες και γενικά μικρά εργαστήρια με αυτόνομο φωτισμό. Ωστόσο, αρκετά μεγάλο ποσοστό ανέφερε ότι υπάρχουν προβλήματα θάμβωσης.

•Από τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 3.ιε. έως 3.ιη. (θόρυβος), φαίνεται ότι σε γενικές γραμμές τα επίπεδα θορύβου στο κτίριο είναι σε ανεκτά επίπεδα και οι συνθήκες σχετικά ικανοποιητικές.

•Μεγάλο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησε ότι μπορεί να ελέγχει πλήρως ή σχεδόν πλήρως τη θερμοκρασία στον χώρο του, γεγονός αξιοπερίεργο δεδομένου ότι το κτίριο Βέη έχει κεντρική μονάδα θέρμανσης και ψύξης. Η ύπαρξη παραθύρων σε όλους τους χώρους εξηγεί το μεγάλο ποσοστό των ατόμων που μπορούν να ελέγξουν μέτρια προς σχεδόν πλήρως (88,24%) τον αερισμό στον χώρο τους.

•Το 70,59% των ερωτηθέντων δήλωσε πως δεν υπάρχει καπνιστής στο άμεσο εργασιακό του περιβάλλον γεγονός που σημαίνει ότι δεν υπάρχει λόγος ενόχλησης μεταξύ καπνιστών και μη καπνιστών



***ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΙΟ-  
ΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΕΠΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΤΟΥ  
ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΕΗ ΤΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ***

***Μέρος 3***

Στο τρίτο μέρος της διπλωματικής χρησιμοποιήθηκε το αρχιτεκτονικό πρόγραμμα ECOTECT για τη μελέτη του κτιρίου Βέη των τοπογράφων καθώς και για τον έλεγχο προτάσεων για το βιοκλιματικό επανασχεδιασμό του κτιρίου.

## 1. ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ECOTECT

Το Ecotect είναι ένα λογισμικό που συνδυάζει τον τρισδιάστατο σχεδιασμό μοντέλων με λειτουργίες προσομοίωσης και την ανάλυση απόδοσης ενός κτιρίου. Απευθύνεται σε επαγγελματίες ή φοιτητές που επιθυμούν να μελετήσουν , να σχεδιάσουν κτίρια οικολογικά ή βιοκλιματικά ή να εξοικειωθούν με τις έννοιες και τις αρχές της οικολογικής και βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Υποστηρίζει τόσο τα αρχικά όσο και τα τελικά στάδια σχεδιασμού, αφού αποτελεί εργαλείο υπολογισμών αλλά και αξιολόγησης.

Συνεπώς ο χρήστης μπορεί να ξεκινήσει την μελέτη του με την ανάλυση των κλιματικών δεδομένων της περιοχής μελέτης, και την αποτελεσματικότητα των διαφόρων τεχνικών παθητικού σχεδιασμού. Εν συνεχεία να σχεδιάσει το μοντέλο του «χονδροειδώς», να το δει στον χώρο και να εξετάσει τις συνθήκες ηλιασμού και τις σκιές και τέλος με μια πιο ακριβή σχεδίαση του μοντέλου και με εισαγωγή δεδομένων όπως τα υλικά και το ωράριο χρήσης των διαφόρων αντικειμένων της κατασκευής να συνεχίσει στην θερμική (ή ακουστική) ανάλυση και αξιολόγηση του κτιρίου.

Αναλυτικότερα, το ecotect προσφέρει :

- Τρισδιάστατο γραφικό περιβάλλον σχεδιασμού και προσομοίωσης,
- Επίδειξη ηλιασμού, σκιών και αντανάκλασεων,
- Παραγωγή διαγράμματος θέσης-πορείας του ήλιου,
- Υπολογισμό ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε επιφάνεια,
- Θερμική ανάλυση με ετήσια φορτία ψύξης και θέρμανσης, διασπορά θερμοκρασίας και θερμικά κέρδη για οποιαδήποτε ζώνη,
- Υπολογισμό δαπανών των υλικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων,
- Ακουστική ανάλυση,
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων προς επεξεργασία σε άλλα προγράμματα.[57]

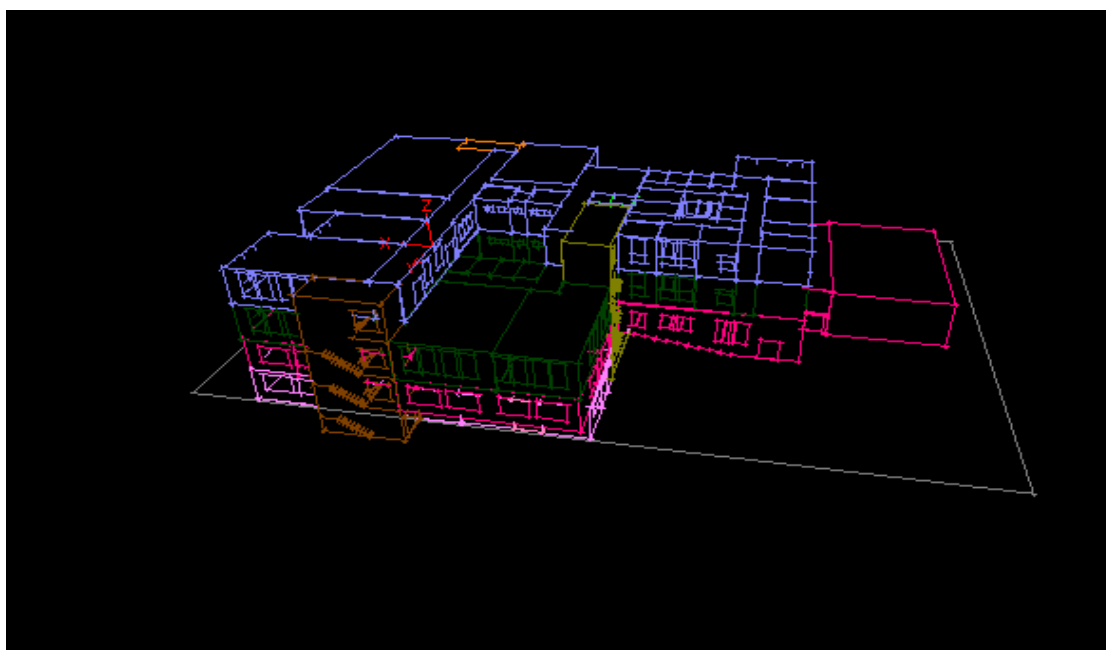
## 2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ECOTECT

Για την ενεργειακή μελέτη του κτιρίου Βέη μέσω του ECOTECT ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ECOTECT

Η εισαγωγή του κτιρίου στο πρόγραμμα έγινε κατευθείαν στο ECOTECT. Το κτίριο, σύμφωνα με την κατοπή του, μπορεί να χωριστεί σε δύο τμήματα. Στην πτέρυγα Α (ανατολική) και στην πτέρυγα Β (δυτική), οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Το κτίριο Βέη αποτελείται από 4 επίπεδα. Το υπόγειο, το οποίο βρίσκεται εξ ολοκλήρου στην πτέρυγα Α και το οποίο προς βορρά και ανατολή είναι εκτός του εδάφους, το ισόγειο, τον πρώτο και το δεύτερο όροφο. Το κάθε επίπεδο αποτελείται από κλειστές θερμικές ζώνες, οι οποίες αποτελούνται με τη σειρά τους από πάτωμα, οροφή και τοίχους περιμετρικά.

Οι ζώνες στο Ecotect σημαίνουν ένα δωμάτιο, έναν εσώκλειστο χώρο συγκεκριμένου ομοιογενούς όγκου αέρα. Βάσει αυτής της λογικής σχεδιάστηκε και το κτίριο Βέη στο ECOTECT. Έτσι κάθε κλειστός χώρος θεωρήθηκε και μία ξεχωριστή ζώνη. Πρέπει να σημειωθεί, ότι τα κλιμακοστάσια και οι ανεκκυστήρες, που διατρέχουν από πάνω ως κάτω το κτίριο ορίστηκαν ως μία ζώνη και δεν χωρίστηκαν σε ζώνες, όσες και τα επίπεδα του κτιρίου.



Εικ. 75: Βορεινή όψη του προσομοιώματος του κτιρίου Βέη στο Ecotect

Το πρόβλημα που προέκυψε ήταν πως, επειδή το κτίριο είναι μεγάλο και έχει πολλές θερμικές ζώνες σε κάθε όροφο, το πρόγραμμα κολλούσε κατά τη διάρκεια των υπολογισμών. Για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου προβλήματος, το κτίριο χωρίστηκε σε δύο πτέρυγες, την ανατολική και τη δυτική, οι οποίες μελετήθηκαν χωριστά. Επίσης, για μεγαλύτερη ευκολία στους υπολογισμούς, τα επίπεδα του υπογείου, του ισόγειου και του πρώτου ορόφου χωρίστηκαν σε μικρότερο αριθμό θερμικών ζωνών. Ενώ, η εσωτερική τους γεωμετρία αποδώθηκε με εσωτερικά χωρίσματα, των οποίων το υλικό θεωρήθηκε ίδιο με αυτό των εσωτερικών τοίχων.

## 2.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΥΛΙΚΩΝ

Όσον αφορά στα υλικά των επιμέρους επιφανειών, το πρόβλημα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί ήταν ότι δεν υπήρχαν διαθέσιμα σχέδια των κατασκευαστικών λεπτομερειών του κτιρίου. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, έγιναν κάποιες εκτιμήσεις για τα υλικά.

Η εισαγωγή των υλικών έγινε από το material properties. Δημιουργήθηκαν τρεις νέοι τύποι τοίχων: α. Εξωτερικοί, β. Εσωτερικοί και γ. Τοιχεία. Οι εξωτερικοί χρησιμοποιήθηκαν για το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και περιέχουν θερμομόνωση. Οι εσωτερικοί χρησιμοποιήθηκαν για το εσωτερικό του κτιρίου, ενώ τα τοιχεία χρησιμοποιήθηκαν για τους τοίχους του υπογείου και τους τοίχους γύρω από τους ανελκυστήρες.

Το κτίριο, έχει τέσσερα διαφορετικά είδη πατώματος: α. Πατώμα υπογείου, που πατάει απ'ευθείας στο έδαφος και εντοπίζεται στο υπόγειο και στο δυτικό τμήμα του ισόγειου, β. Πάτωμα με πλακάκι, που είναι το πιο συνηθισμένο στο ισόγειο, στον α και στον β όροφο, γ. Πάτωμα με ψευδοροφή, που εντοπίζεται στους διαδρόμους του κτιρίου, και δ. Πάτωμα αμφιθεάτρων, που η διαφορά του από το πάτωμα υπογείου είναι η τελική στρώση, καθώς στο αμφιθέατρο χρησιμοποιείται ειδικός τάπητας που βοηθά στην καλύτερη ακουστική του αμφιθεάτρου. Αντίστοιχα, υπάρχουν τέσσερα είδη οροφής: α. Δώμα απλό, β. Δώμα με ψευδοροφή, γ. Οροφή με πλακάκι και δ. Ψευδοροφή.

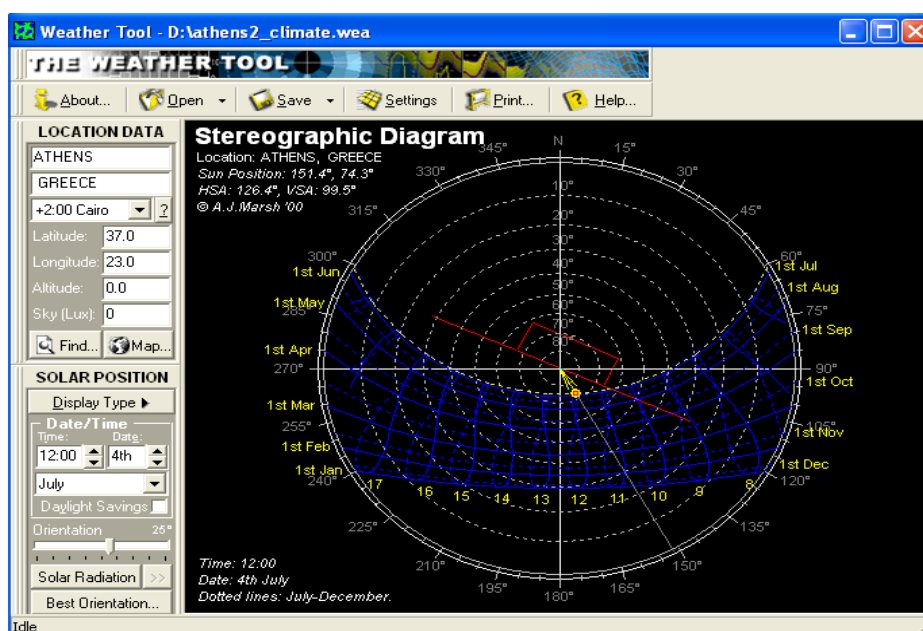
Για να μη βγάλει πρόβλημα κατά τον έλεγχο το πρόγραμμα και για να μπορέσει να κάνει υπολογισμούς στη συνέχεια, πρέπει τα υλικά του πατώματος του ορόφου να ταυτίζονται με τα υλικά της οροφής  $n-1$ . Αυτό είναι εφικτό λόγω της δυνατότητας που δίνει το ECOTECT να επιλέγεις και δευτερεύον υλικό για την κάθε επιφάνεια.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα χωρίσματα επιλέχτηκε να είναι όπως οι εσωτερικοί τοίχοι του κτιρίου. Ενώ για τα παράθυρα επιλέχτηκαν διπλά τζάμια με κουφώματα αλουμινίου. Όσον αφορά στις πόρτες, θεωρήθηκαν τρία διαφορετικά είδη: α. Πόρτες από διπλό τζάμι και κουφώματα αλουμινίου, οι οποίες εντοπίζονται στο εξωτερικό μέρος του κτιρίου και στα αίθρια, β. Πόρτες αλουμινίου, που εντοπίζονται σε κάποια

εργαστήρια και γ. Πόρτες από γυψοσανίδες , που είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως στο εσωτερικό του κτιρίου.

## 2.3 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΛΙΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Για να τρέξει το πρόγραμμα έπρεπε να εισαχθούν τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής μελέτης. Αυτό έγινε επιλέγοντας Tools και μετά Weather Analysis. Δυστυχώς, δεν υπήρχε έτοιμο αρχείο με τα κλιματικά δεδομένα της Αθήνας. Υπήρχε όμως η δυνατότητα να φτιαχτεί το αρχείο, με τη βοήθεια του Weather Tool, το οποίο είναι πρόσθετο εργαλείο του ECOTECT. Για τη δημιουργία του αρχείου χρησιμοποιήθηκαν κλιματικά δεδομένα από το μετεωρολογικό σταθμό της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, με στοιχεία που πάρθηκαν από την ιστοσελίδα METEONET<sup>12</sup> του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π.



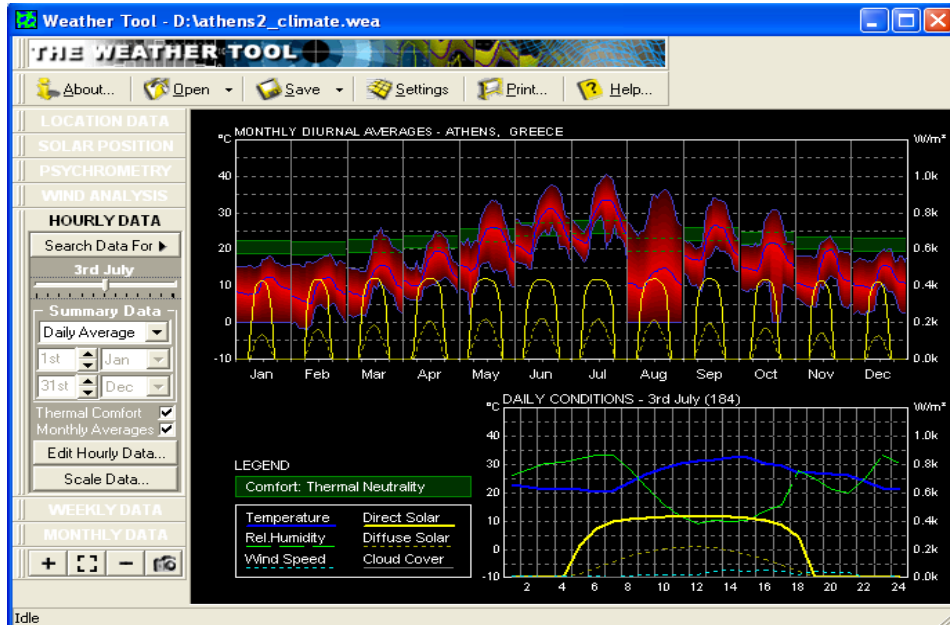
Εικ. 76: Ακριβής θέση και προσανατολισμός του κτιρίου Βέη όπως ορίστηκε στο Weather Tool

1

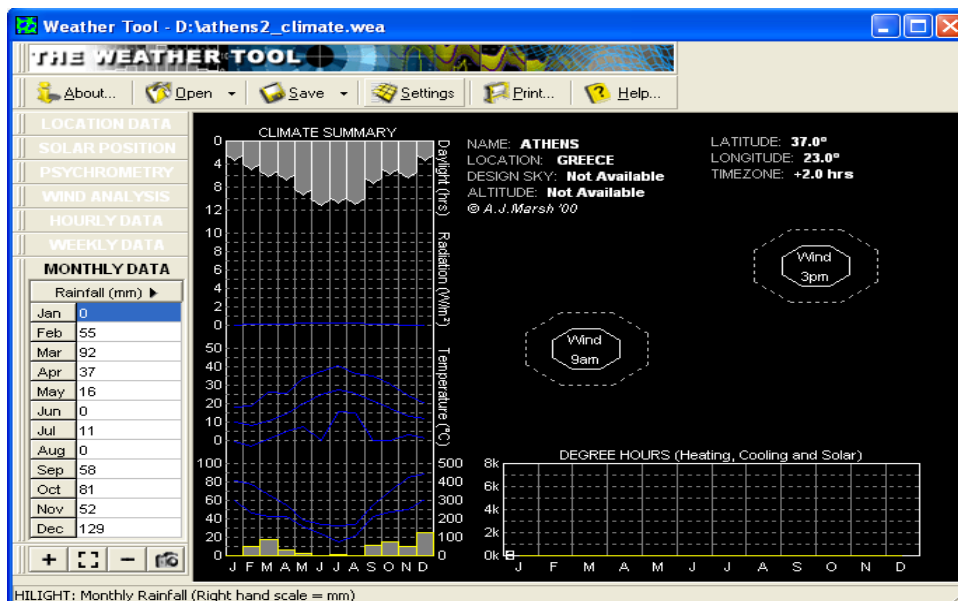
<sup>12</sup>Δίκτυο που δημιουργήθηκε από μέλη του Εργαστηρίου Υδρολογίας και Αξιοποίησης Υδατικών Πόρων του Ε.Μ.Π. Στα πλαίσια του δικτύου METEONET έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν 10 αυτόματοι τηλεμετρικοί υδρομετεωρολογικοί σταθμοί στις εξής περιοχές της Απτικής: Ζωγράφου, Μενίδι, Ψυτάλεια, Ελληνικό, Ηλιοπούλη, Μάνδρα, Γαλάτσι, Πεντέλη, Πικέρμι, Άνω Λιόσια. Η πάγια ενημέρωση του δικτύου πραγματοποιείται τρεις φορές, περίπου, στις 07:30, στις 15:30 και στις 23:30 με τη χειμερινή ώρα. Σε περιπτώσεις σημαντικών επεισοδίων βροχόπτωσης, η ενημέρωση του δικτύου γίνεται ανά 30 λεπτά, μέχρι τη λήξη τους. Οι σταθμοί είναι κατάλληλα εξοπλισμένοι για την αυτόματη μέτρηση ανά δεκάλεπτο των ακόλουθων παραμέτρων: βροχόπτωση, θερμοκρασία (μέγιστη, μέση, ελάχιστη), σχετική υγρασία, ταχύτητα, διεύθυνση και ριπή ανέμου, ηλιακή ακτινοβολία, καθαρή ακτινοβολία, και διάρκεια ηλιοφάνειας. (βλ. <http://meteonet.chi.civil.ntua.gr/wk/main/splash>)

Μέρος 3: Μελέτη και Προτάσεις για Βιοκλιματικό Επανασχεδιασμό του Κτιρίου Βέη των Τοπογράφων

Το κτίριο, όπως είναι γνωστό, βρίσκεται στην Αθήνα, οπότε με τη βοήθεια του χάρτη στο LOCATION DATA, έγινε εισαγωγή του ακριβούς γεωγραφικού πλάτους και μήκους της Αθήνας, καθώς και της διαφοράς ώρας. Στο SOLAR POSITION επιλέχθηκε ο προσανατολισμός του κτιρίου, ο οποίος είναι βορειοανατολικός.(βλ.εικόνα 80)



Εικ. 77: Διάγραμμα ωριαίων κλιματικών δεδομένων της Αθήνας όπως φαίνονται μετά την εισαγωγή τους στο Weather Tool



Εικ. 78: Διαγράμματα μηνιαίων κλιματικών δεδομένων της Αθήνας όπως φαίνονται μετά την εισαγωγή των στοιχείων στο Weather Tool

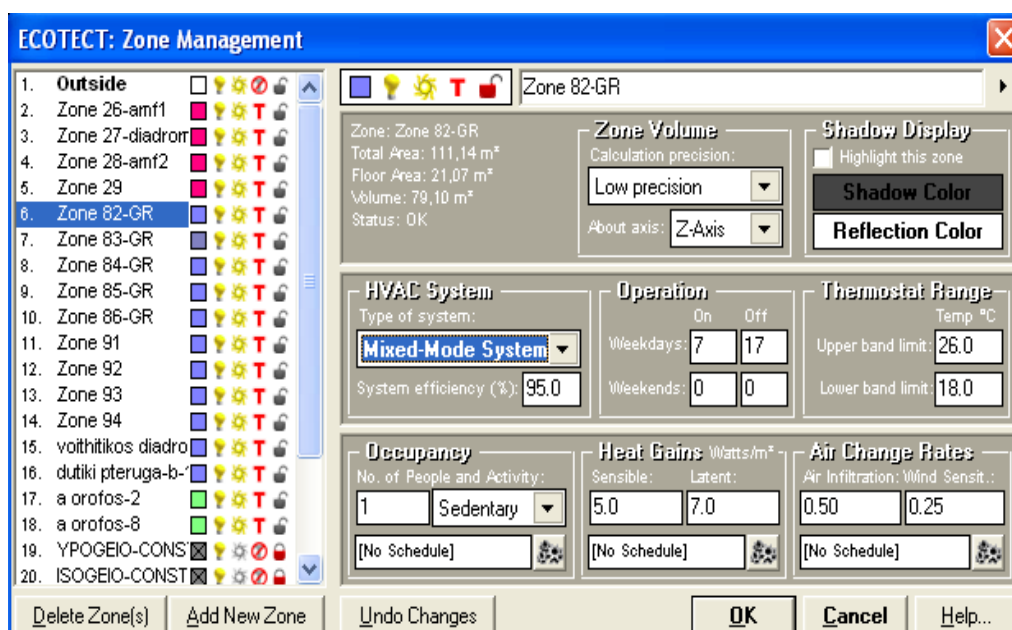
Πηγαίνοντας στο HOURLY DATA και επιλέγοντας το Edit Hourly Data, έγινε η εισαγωγή των ημερήσιων δεδομένων ενός έτους και συγκεκριμένα του έτους 2009. Εισήχθησαν τιμές μέσης θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμων.(βλ.εικόνα 81) Πρέπει να σημειωθεί πως για το μήνα αύγουστο δεν υπήρχαν δεδομένα για όλες τις μέρες αφού από τις 6 έως τις 22 Αυγούστου ο σταθμός δεν καταγράφει δεδομένα.

Εκτός από ημερήσια δεδομένα, στο MONTHLY DATA, εισήχθησαν μηνιαία στοιχεία βροχοπτώσεων, σχετικής υγρασίας ( κατά τις 9π.μ. και 3μ.μ.), μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας, μέσης ηλιοφάνειας και ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας. (βλ.εικόνα 82)

## 2.4 ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΖΩΝΩΝ

Μετά τη σχεδίαση των ζωνών σειρά έχει η ρύθμιση της κάθε ζώνης. Αυτό γίνεται από το Zone Management.

Παρακάτω δίνεται το παράδειγμα ενός γραφείου του δεύτερου ορόφου. Έχει επιλεγεί μικτό σύστημα κλιματισμού-εξαερισμού, που σημαίνει ότι το σύστημα κλείνει όταν οι εξωτερικές συνθήκες βρίσκονται μέσα στα όρια θερμικής άνεσης (όρια θερμοστάτη). Όσον αφορά στον εξαερισμό, το 159cotect θεωρεί ότι πραγματοποιείται είτε με μηχανικό αερισμό μέσω του συστήματος είτε μέσω ανοίγματος των παραθύρων.



Εικ. 79: Ρυθμίσεις τοπικού γραφείου δεύτερου ορόφου(ζώνη 82)

Οι συνθήκες θερμικής άνεσης έχουν οριστεί το ανώτερο στους 26<sup>0</sup>C και το κατώτερο στους 18<sup>0</sup>C. Ενώ οι ώρες λειτουργίας του συστήματος τις καθημερινές

είναι από τις 7 το πρωί ως τις 17 το απόγευμα. Τα Σαββατοκύριακα το σύστημα παραμένει κλειστό. Στο συγκεκριμένο γραφείο υπάρχει ένας χρήστης, ο οποίος θεωρείται ότι δεν έχει ιδιαίτερη δραστηριότητα και απλά κάθεται.

Οι τιμές για τα θερμικά κέρδη που προέρχονται από τις συσκευές της ζώνης (sensible) και από την εξάτμιση(latent), για το ποσοστό διήθησης(air infiltration) και την ευαισθησία στον άνεμο(wind sensitivity), έχουν οριστεί από προεπιλογή και είναι ίδιες για όλες τις ζώνες.



### 3. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Μέσω της θερμικής ανάλυσης ο χρήστης μπορεί να υπολογίσει: την ωριαία θερμοκρασία, τα ωριαία θερμικά κέρδη και απώλειες, τα μηνιαία φορτία θέρμανσης/ψύξης, την διακύμανση της θερμοκρασίας, τα κέρδη μέσω του κελύφους, τα άμεσα και έμμεσα ηλιακά κέρδη, τα κέρδη μέσω αερισμού, τα εσωτερικά κέρδη και τα διαζωνικά κέρδη.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, το κτίριο χωρίστηκε σε δύο πτέρυγες, σύμφωνα με την κάτοψή του, για λόγους διευκόλυνσης των υπολογισμών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η κάθε πτέρυγα θεωρήθηκε σαν ξεχωριστό κτίριο, οπότε ο κοινός τους τοίχος ορίστηκε ως εξωτερικός. Παρακάτω γίνεται η θερμική ανάλυση χωριστά για την καθεμία πτέρυγα.

#### 3.1 ΩΡΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (HOURLY TEMPERATURE PROFILE)

Το διάγραμμα ωριαίων θερμοκρασιών αποδίδει τις εσωτερικές θερμοκρασίες όλων των ορατών θερμικών ζωνών ενός μοντέλου σε 24ώρη βάση. Επιπλέον παρέχει πληροφόρηση σχετικά με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως εξωτερική θερμοκρασία αέρα, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία.(βλ. Εικ.84,85,86,87).

Συγκεκριμένα, στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος φαίνονται οι ώρες τις ημέρας. Στον κατακόρυφο φαίνονται οι θερμοκρασίες σε βαθμούς κελσίου(<sup>0</sup>C) στα αριστερά και σε W/m<sup>2</sup> στα δεξιά. Στο κύριο μέρος του διαγράμματος φαίνονται η εξωτερική θερμοκρασία (με μπλε διακεκομμένη γραμμή), η άμεση και η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία(με κίτρινη μεγάλη και μικρή διακεκομμένη γραμμή, αντίστοιχα), καθώς και η ταχύτητα του ανέμου( με πράσινη διακεκομμένη γραμμή), που αντιστοιχούν στην εξεταζόμενη ημέρα.

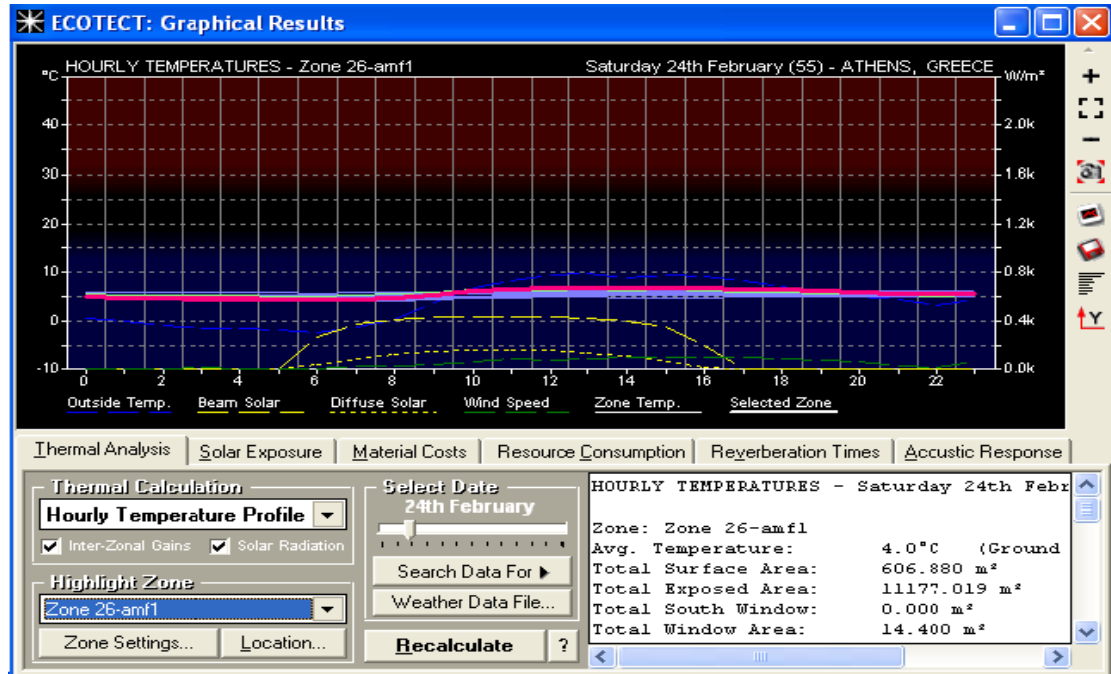
Επιπλέον φαίνονται οι θερμοκρασίες των εκάστοτε εξεταζόμενων ζωνών, με διαφορετικά χρώματα. Σε περίπτωση που επιλεγεί μία ζώνη τότε η γραμμή της συγκεκριμένης ζώνης φαίνεται εντονότερη από τις υπόλοιπες. Επίσης στο διάγραμμα ορίζονται δύο περιοχές με κόκκινο και με μπλε χρώμα, οι οποίες δείχνουν τα όρια θερμικής άνεσης της ζώνης, όπως έχουν επιλεγεί από τις ρυθμίσεις της ζώνης.

Αν η θερμοκρασία της ζώνης βρίσκεται στην κόκκινη περιοχή, τότε η ζώνη έχει ξεπεράσει το ανώτερο όριο θερμικής άνεσης. Αν βρίσκεται στην μπλε περιοχή, τότε έχει πέσει κάτω από το κατώτερο όριο θερμικής άνεσης. Και στις δύο περιπτώσεις αυτό που υποδηλώνεται είναι πως δεν υπάρχει θερμική άνεση και πρέπει να ληφθούν κάποια μέτρα για τη βελτίωση των θερμικών συνθηκών, αλλιώς οι χρήστες θα νιώθουν ζέστη ή κρύο, αντίστοιχα.

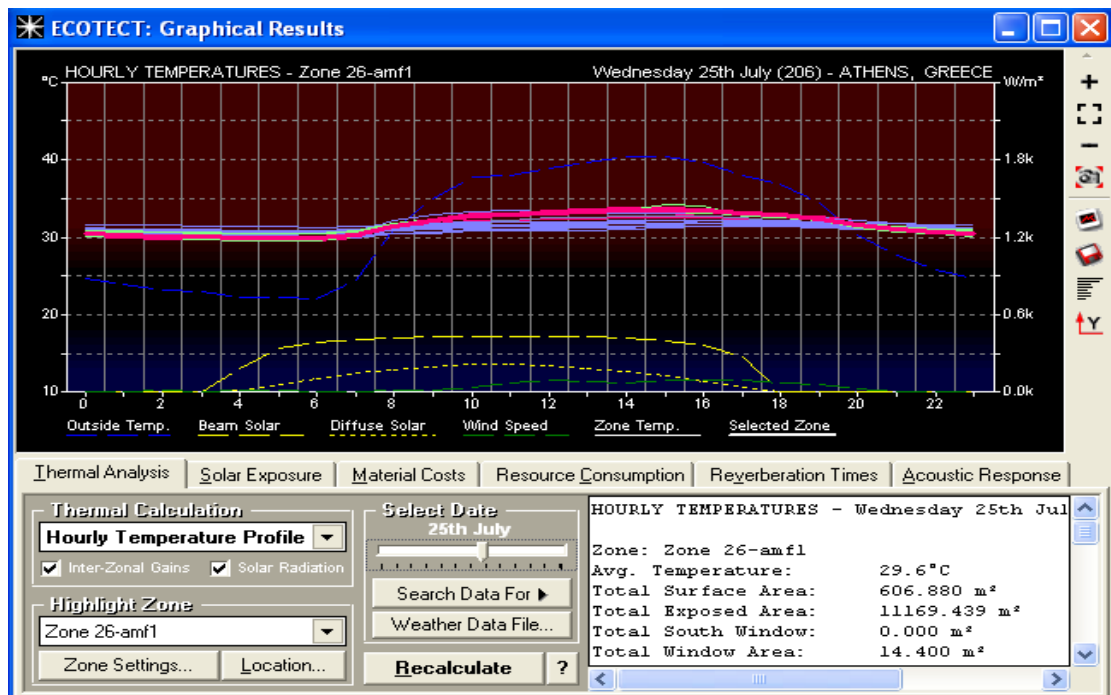
Υπολογίστηκε η ωριαία θερμοκρασία όλων των ζωνών της κάθε πτέρυγας κατά τη διάρκεια της θερμότερης και της ψυχρότερης μέρας του χρόνου. Η θερμότερη

μέρα είναι στις 15 Ιουλίου, ενώ η ψυχρότερη στις 24 Φεβρουαρίου. Παρακάτω δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα για την κάθε περίπτωση.

### Δυτική Πτέρυγα



Εικ. 80: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας του αμφιθεάτρου κατά τη ψυχρότερη μέρα του χρόνου-Δυτική πτέρυγα



Εικ. 81: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας του αμφιθεάτρου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου-Δυτική πτέρυγα

Παρατηρούμε ότι η εξωτερική θερμοκρασία κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου κατά τη διάρκεια των πρώτων πρωινών ωρών είναι υπό του μηδέν. Μετά τις 7 το πρωί και ενώ έχει ανατείλει ο ήλιος η θερμοκρασία αρχίζει να ανεβαίνει σταδιακά και από τις 6 το απόγευμα και μετά αρχίζει να πέφτει πάλι. Το μέγιστο που φτάνει είναι  $9,9^{\circ}\text{C}$ , κατά τη μία το μεσημέρι.

Αντίστοιχα η εξωτερική θερμοκρασία της θερμότερης μέρας του χρόνου δεν είναι σταθερή καθόλη τη διάρκεια της ημέρας. Η χαμηλότερη θερμοκρασία εντοπίζεται στις 6 το πρωί. Στη συνέχεια όμως αρχίζει και αυξάνεται σταδιακά η θερμοκρασία και κατά τις 2-3 το μεσημέρι φτάνει στη μέγιστη τιμή. Μετά από αυτό αρχίζει να μειώνεται σταδιακά.

Στο πρώτο διάγραμμα (εικ. 86) φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της ψυχρότερης μέρας όλες οι ζώνες της δυτικής πτέρυγας, συμπεριλαμβανομένου και της επιλεγείσας ζώνης, η οποία φαίνεται με πιο έντονη γραμμή, έχουν θερμοκρασίες χαμηλότερες από την εξωτερική από τις 9 το πρωί μέχρι τις 6 το απόγευμα περίπου. Τις υπόλοιπες ώρες έχουν θερμοκρασία υψηλότερη από την εξωτερική. Γενικά, η θερμοκρασία των ζωνών είναι περίπου σταθερή και κάτω από  $10^{\circ}\text{C}$ . Είναι δηλαδή κάτω από τα όρια της θερμικής άνεσης.

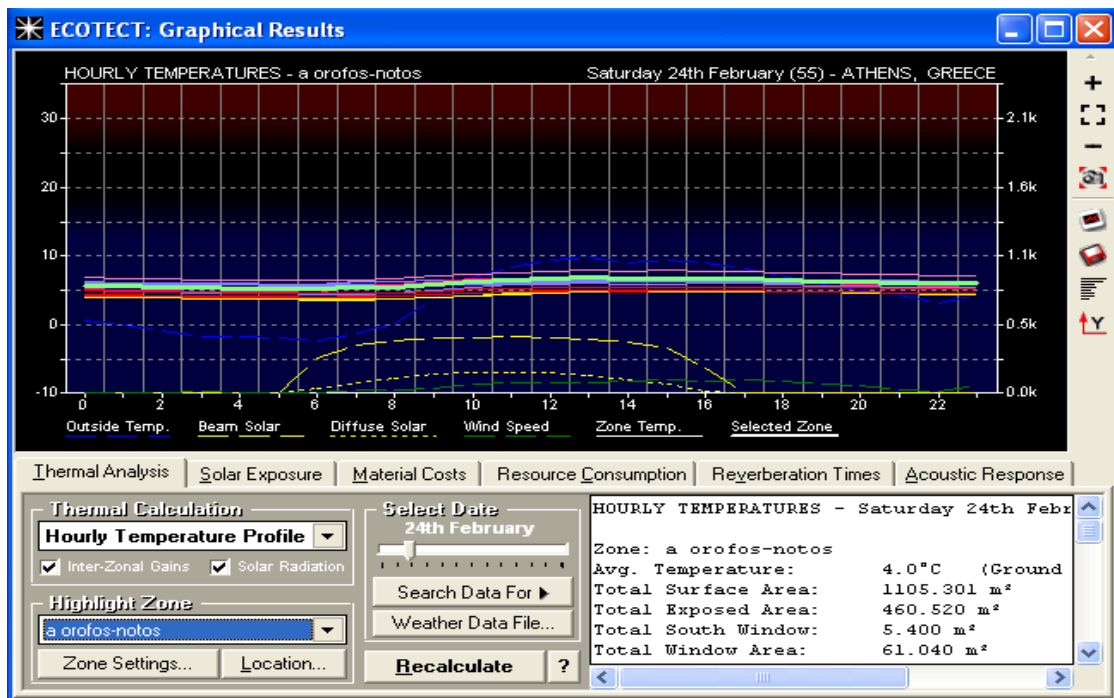
Αντίστοιχα, δίνεται και το ωριαίο διάγραμμα θερμοκρασιών για τη θερμότερη μέρα του χρόνου (εικ.87). Παρατηρούμε πως στις ζώνες που υπάρχει μικτό σύστημα θέρμανσης/ψύξης, η θερμοκρασία μειώνεται κατά τις ώρες λειτουργίας του συστήματος. Αντίθετα οι ζώνες που δεν έχουν κάποιο τέτοιο σύστημα έχουν περίπου σταθερή θερμοκρασία, η οποία είναι πάνω από  $30^{\circ}\text{C}$  και ξεπερνούν το ανώτερο όριο θερμικής άνεσης.

### **Ανατολική Πτέρυγα**

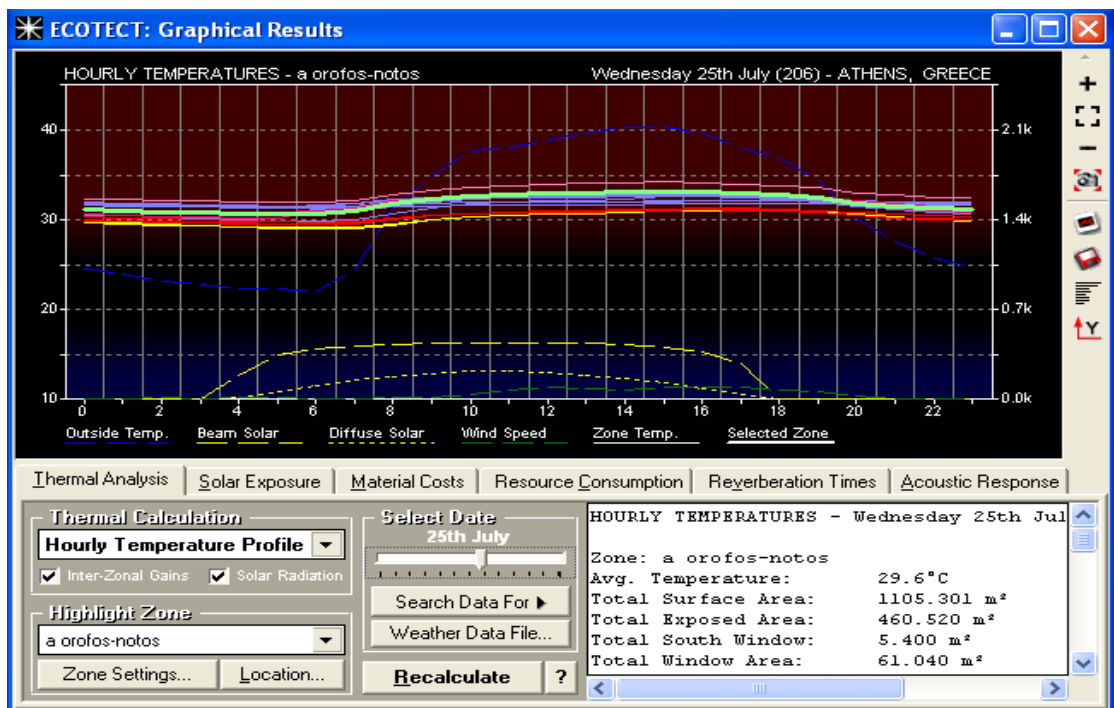
Αντίστοιχα διαγράμματα εξάγονται και στην ανατολική πτέρυγα του κτιρίου. Παρατηρούμε ότι τα αποτελέσματα μεταξύ ανατολικής και δυτικής πτέρυγας κινούνται στα ίδια πλαίσια.

Οι θερμοκρασίες των ζωνών είναι σχεδόν σταθερές και αυξάνονται ελάχιστα κατά τη διάρκεια που αυξάνεται και η εξωτερική θερμοκρασία.

Μέρος 3: Μελέτη και Προτάσεις για Βιοκλιματικό Επανασχεδιασμό του Κτιρίου Βέη των Τοπογράφων



Εικ. 82: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας της νότιας πλευράς του πρώτου ορόφου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου-Ανατολική πτέρυγα



Εικ. 83: Διάγραμμα ωριαίας θερμοκρασίας της νότιας πλευράς του πρώτου ορόφου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου-Ανατολική πτέρυγα

## 3.2 ΩΡΙΑΙΑ ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ/ΑΠΩΛΕΙΕΣ (HOURLY HEAT GAINS/LOSSES)

### Ανατολική πτέρυγα

Εξετάστηκαν δύο ζώνες της ανατολικής πτέρυγας. Μία βορειοανατολική(Z102-grafeia-ba) και μία νοτιοανατολική(Z105-grafeia-na).

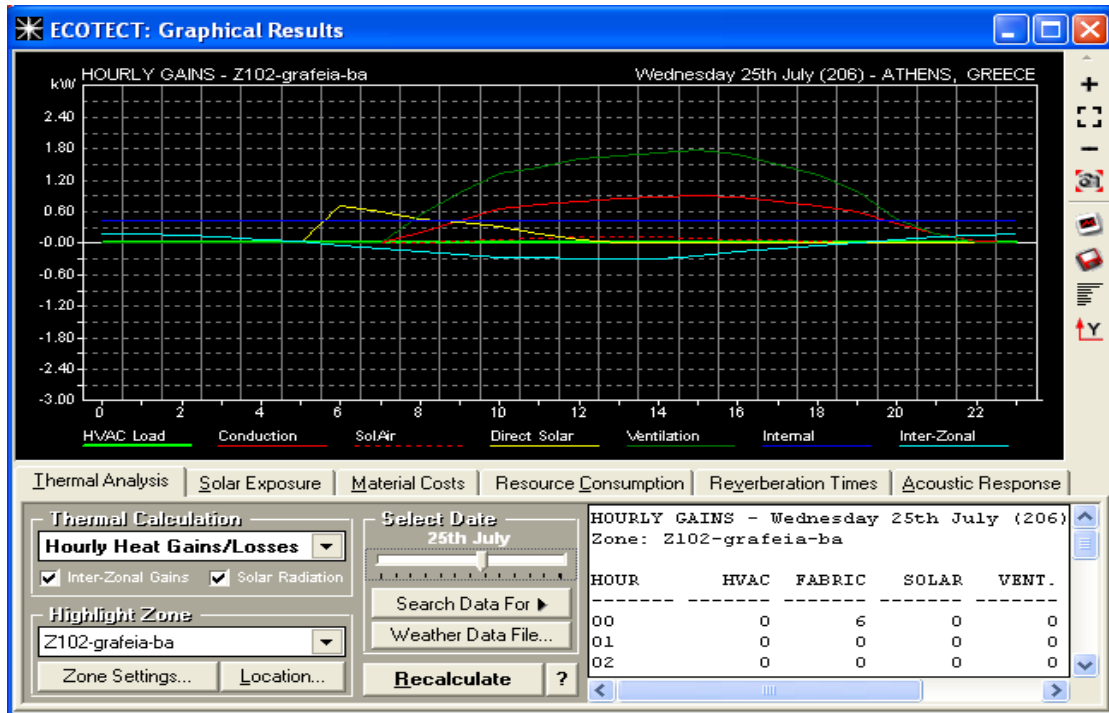
Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα των ωριαίων κερδών/απωλειών. Στον κατακόρυφο άξονα του διαγράμματος φαίνονται τα κέρδη/απώλειες σε KW, ενώ στον οριζόντιο οι ώρες της ημέρας. Τα γραφήματα που φαίνονται στο διάγραμμα είναι: με πράσινο φωσφορίζον τα κέρδη/απώλειες λόγω συστήματος θέρμανσης/ψύξης, με κόκκινη συνεχόμενη γραμμή τα κέρδη/απώλειες λόγω διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου, με κόκκινη διακοπτόμενη γραμμή τα έμμεσα ηλιακά κέρδη, με κίτρινο τα άμεσα ηλιακά κέρδη, με πράσινο τα κέρδη/απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα, με μπλε τα εσωτερικά κέρδη, ενώ με γαλάζιο τα διαζωνικά κέρδη.

Επίσης, δίνονται οι πίνακες που δείχνουν τις ακριβείς τιμές των ωριαίων κερδών/απωλειών της κάθε ζώνης από τους διάφορους παράγοντες. Στην πρώτη στήλη των πινάκων είναι οι ώρες της μέρας. Στη δεύτερη στήλη τα κέρδη/απώλειες από το σύστημα θέρμανσης/κλιματισμού(HVAC). Η στήλη αυτή είναι μηδενική σε όλους τους πίνακες γιατί θεωρήθηκε πως δεν υπάρχει θέρμανση η ψύξη στο κτίριο. Αυτό έγινε για να δειχτεί η πραγματική κατάσταση του κτιρίου.

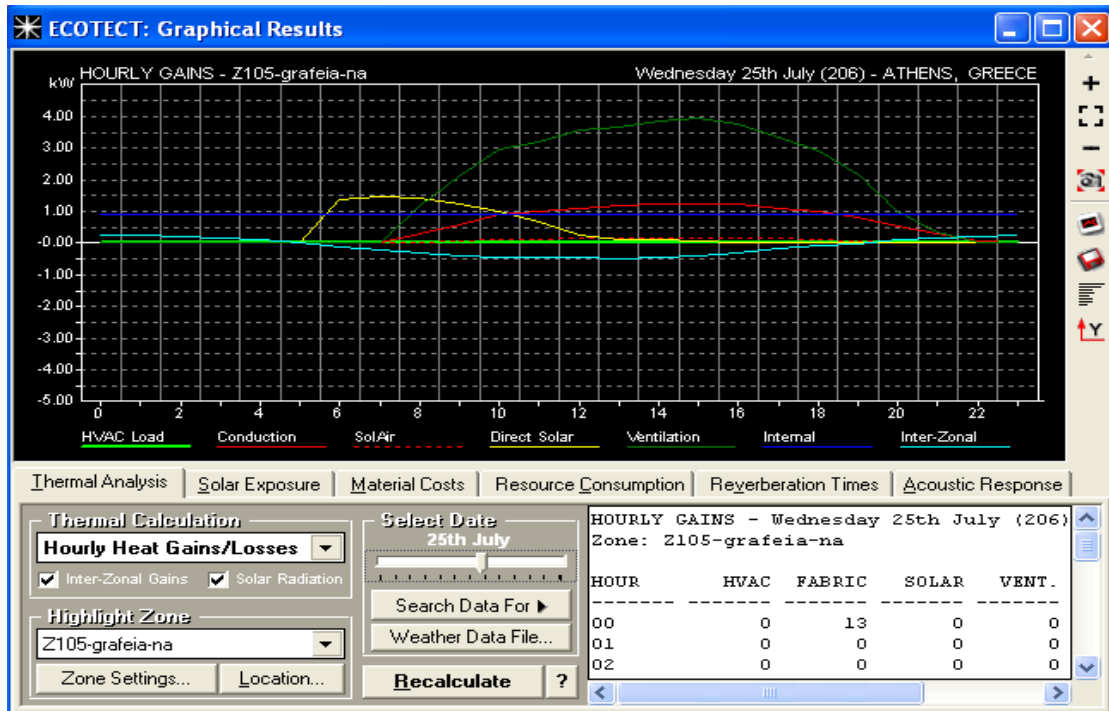
Στην Τρίτη στήλη δίνονται τα κέρδη/απώλειες λόγω ροής από τη διαφορά θερμοκρασίας στο εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου(FABRIC). Στην τέταρτη στήλη δίνονται τα κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία(SOLAR). Στην Πέμπτη στήλη δίνονται τα κέρδη/απώλειες από τη διείσδυση αέρα μέσα από ρωγμές και ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου(VENT-ilation). Στην έκτη στήλη δίνονται τα κέρδη/απώλειες από τους χρήστες και τον εξοπλισμό(INTERN-al). Τέλος στην έβδομη στήλη δίνονται τα κέρδη/απώλειες από την επαφή της κάθε ζώνης με τις γειτονικές της(inter-ZONAL).

Έχουν ληφθεί δεδομένα για δύο μέρες του χρόνου: τη θερμότερη(25 Ιουλίου) και την ψυχρότερη (24 Φεβρουαρίου).

25 Ιουλίου



Εικ. 84: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε βορειοανατολικό γραφείο κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου



Εικ. 85: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε νοτιοανατολικό γραφείο κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

Παρατηρείται μέσω των διαγραμμάτων ότι κατά τη θερμότερη ημέρα του χρόνου, σε γραφεία προς τη νοτιοανατολική πλευρά του κτιρίου υπάρχουν μεγαλύτερα κέρδη από αγωγή, ηλιακή ακτινοβολία, διείσδυση αέρα από ρωγμές και από τους χρήστες, από ότι σε αυτά της βορειοανατολικής πλευράς. Όμως υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες από την επαφή με τις διπλανές ζώνες.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα φαίνεται να υπάρχει λόγω της διείσδυσης αέρα από ρωγμες και ανοίγματα του κελύφους, καθώς και λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου.

Υπάρχουν κέρδη λόγω μεταβίβασης θερμότητας από το εξωτερικό προς το εσωτερικό του κτιρίου. Τα κέρδη αυτά εντοπίζονται από τις 7 το πρωί έως και τις 12 τα μεσάνυχτα και είναι μεγαλύτερα προς τη νοτιοανατολική πλευρά. Παρατηρείται πως υπάρχουν κέρδη και μετά τη δύση του ηλίου. Αυτό οφείλεται στη θερμοχωρητική ικανότητα των τοίχων, οι οποίοι αποθηκεύουν θερμότητα κατά τη διάρκεια της μέρας και την αποδίδουν στο χώρο με κάποια χρονική καθυστέρηση. Η νοτιοανατολική πλευρά που δέχεται μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία είναι λογικό να έχει και μεγαλύτερα κέρδη λόγω μεταβίβασης θερμότητας.

Για τα άμεσα ηλιακά κέρδη παρατηρείται πως εμφανίζονται κυρίως από τις 6 το πρωί μέχρι τις 5 το απόγευμα περίπου. Στα νοτιοανατολικά γραφεία έχουμε μεγαλύτερα κέρδη. Αυτό έχει δύο εξηγήσεις: α. Η φορά που διαγράφει ο ήλιος στον ουρανό είναι από ανατολή προς δύση. Κατά την κίνηση αυτή, όμως, ο ήλιος έχει μία ελαφριά κλίση προς το νότο. Κατά συνέπεια τα νότια ανοίγματα δέχονται μεγαλύτερη ακτινοβολία, β. Οι συγκεκριμένες ζώνες που μελετήθηκαν δεν έχουν τον ίδιο αριθμό ανοιγμάτων προς ανατολή. Η βορειοανατολική έχει δύο ανοίγματα, ενώ η νοτιοανατολική έχει πέντε, και μάλιστα μεγαλύτερου μεγέθους από αυτά της βορειοανατολικής. Επομένως είναι λογικό να υπάρχει μεγαλύτερη εισροή ηλιακής ενέργειας, κυρίως τις πρωινές ώρες στην νοτιοανατολική ζώνη.

Παρατηρείται ότι υπάρχουν μεγάλα κέρδη θερμότητας λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα του κελύφους. Ειδικά προς τα νοτιοανατολικά τα κέρδη είναι σχεδόν διπλάσια από αυτά στα βορειοδυτικά. Αυτό, εν μέρει, εξηγείται από το γεγονός πως η βορειοανατολική ζώνη που εξετάστηκε είναι μικρότερη από τη νοτιοανατολική και κατά συνέπεια έχει μικρότερη επιφάνεια ανοιγμάτων.

Το μέγεθος της ζώνης παίζει ρόλο και στη διαφορά που παρουσιάζεται στα εσωτερικά κέρδη. Έτσι στη νοτιοανατολική ζώνη που είναι μεγαλύτερη εργάζεται μεγαλύτερος αριθμός ατόμων και υπάρχουν μεγαλύτερα κέρδη λόγω συσκευών και εξοπλισμού.

Τέλος, λόγω επαφής με άλλες ζώνες υπάρχουν απώλειες κατά τις ώρες που ο ήλιος είναι ακόμη στον ουρανό, ενώ υπάρχουν κέρδη τις βραδινές και τις πρώτες πρωινές ώρες που ο ήλιος δεν ακτινοβολεί. Αυτό πρακτικά σημαίνει πως υπάρχει μεταφορά θερμότητας από τις ζώνες προς τις γειτονικές τους ζώνες. Η

διαφοροποίηση που γίνεται ανάλογα την ώρα δείχνει τη μετακίνηση της θερμότητας μέσα στο κτίριο.

Έτσι, για παράδειγμα, όσο ο ήλιος δίνει θερμότητα στο κτίριο οι ζώνες που εξετάστηκαν λαμβάνουν αυτή τη θερμότητα και μεταβιβάζουν ένα μέρος αυτής στις γειτονικές τους ζώνες. Κατά τη διάρκεια της νύχτας όμως, αυτό αλλάζει και έχουμε μεταφορά θερμότητας από τις γειτονικές ζώνες προς αυτές που εξετάστηκαν. Η μεταφορά θερμότητας οφείλεται στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των ζωνών. Συνεπώς κατά τη διάρκεια της νύχτας που έχει μειωθεί η θερμοκρασία στις ζώνες που εξετάστηκαν, υπάρχει μεταφορά θερμότητας προς αυτές από τις γειτονικές τους ζώνες.

Πίνακας 19 :Ωριαία κέρδη/απώλειες βορειοανατολικών γραφείων κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	6	0	0	422	176
1	0	0	0	0	422	169
2	0	0	0	0	422	157
3	0	0	0	0	422	124
4	0	0	0	0	422	84
5	0	0	0	0	422	46
6	0	0	715	0	422	-50
7	0	10	607	0	422	-89
8	0	240	454	545	422	-164
9	0	479	401	966	422	-217
10	0	719	311	1340	422	-267
11	0	826	191	1444	422	-272
12	0	915	62	1606	422	-287
13	0	975	21	1660	422	-294
14	0	1025	18	1733	422	-290
15	0	997	15	1793	422	-252
16	0	959	11	1694	422	-166
17	0	866	6	1504	422	-88
18	0	776	0	1311	422	-33
19	0	618	0	989	422	12
20	0	372	0	463	422	77
21	0	190	0	168	422	119
22	0	54	0	0	422	157
23	0	14	0	0	422	180
TOTAL	0	10040	2811	17218	10118	-1167



Πίνακας 20: Ωριαία κέρδη/απώλειες νοτιοανατολικών γραφείων κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	13	0	0	935	246
1	0	0	0	0	935	236
2	0	0	0	0	935	213
3	0	0	0	0	935	161
4	0	0	0	0	935	100
5	0	0	0	0	935	39
6	0	0	1394	0	935	-108
7	0	13	1487	0	935	-194
8	0	357	1432	1206	935	-326
9	0	663	1251	2138	935	-390
10	0	1002	1011	2967	935	-457
11	0	1136	658	3196	935	-451
12	0	1274	257	3556	935	-461
13	0	1349	127	3674	935	-468
14	0	1422	103	3835	935	-448
15	0	1438	61	3969	935	-410
16	0	1394	0	3751	935	-283
17	0	1256	0	3330	935	-162
18	0	1128	0	2903	935	-77
19	0	883	0	2190	935	0
20	0	523	0	1025	935	100
21	0	286	0	373	935	161
22	0	89	0	0	935	215
23	0	31	0	0	935	252
TOTAL	0	14259	7781	38112	22429	-2516

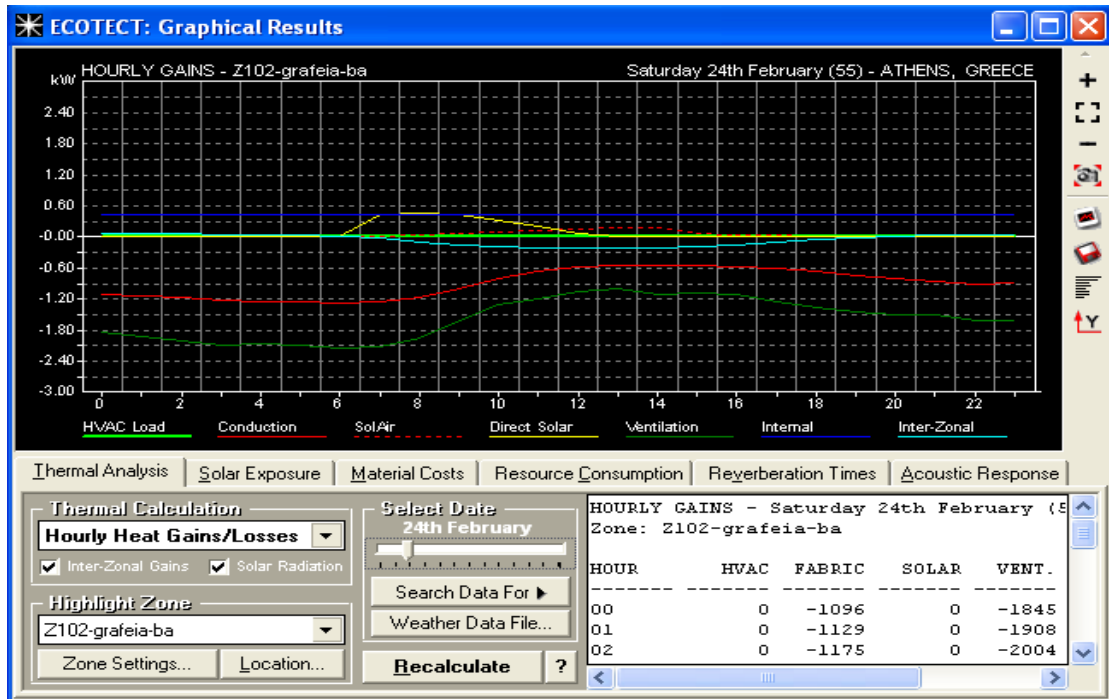
#### 24 Φεβρουαρίου

Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα των ωριαίων κερδών/απωλειών και οι αντίστοιχοι πίνακες, για τις ίδιες ζώνες που εξετάστηκαν πριν, αλλά για την ψυχρότερη μέρα του χρόνου.

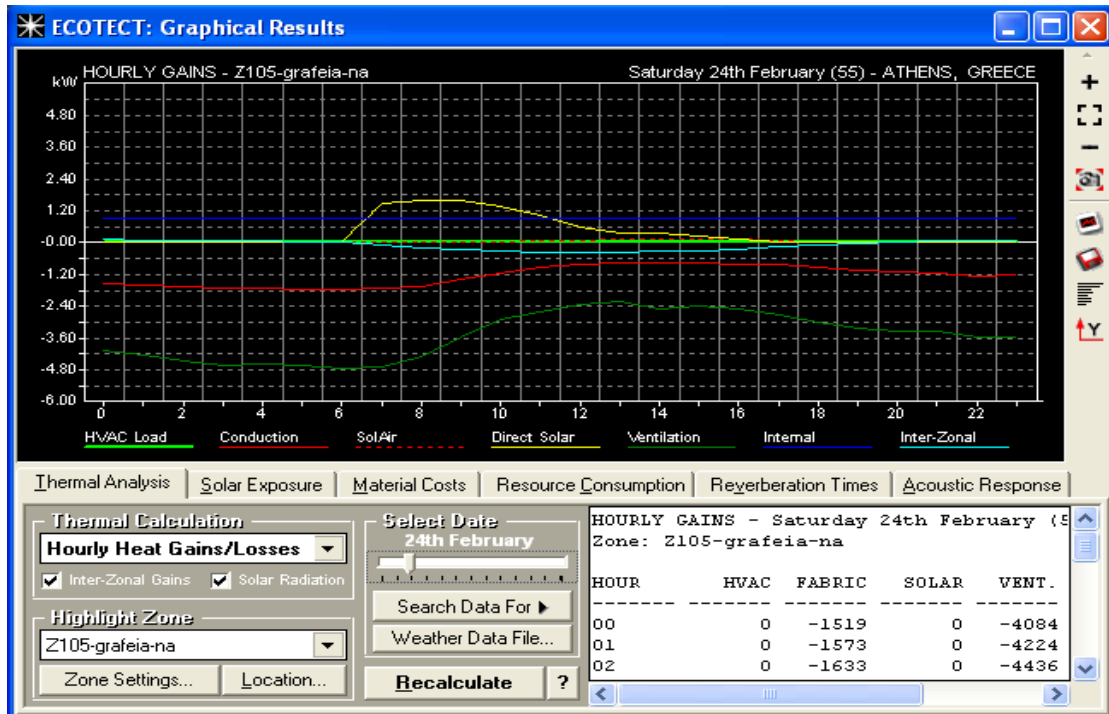
Σε αντίθεση με τη θερμότερη μέρα του χρόνου, την ψυχρότερη μέρα εντοπίζονται απώλειες λόγω διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου, καθώς και απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα του κελύφους. Αυτό, βεβαίως, είναι λογικό αφού η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από την εσωτερική.

Μεγαλύτερες απώλειες από τη μεταβίβαση θερμότητας λόγω διαφοράς θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού του κτιρίου έχουμε κατά τις βραδινές ώρες, όπου η εξωτερική θερμοκρασία μειώνεται πολύ, εφόσον δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Μεγαλύτερες απώλειες κατά τις βραδινές ώρες παρατηρούνται και λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα.

Μέρος 3: Μελέτη και Προτάσεις για Βιοκλιματικό Επανασχεδιασμό του Κτιρίου Βέη των Τοπογράφων



Εικ. 86: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε βορειοανατολικό γραφείο κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου



Εικ. 87: Γράφημα ωριαίων κερδών/απωλειών σε νοτιοανατολικό γραφείο κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

Τα ηλιακά κέρδη είναι πολύ μικρότερα από τα αντίστοιχα της θερμότερης μέρας και εντοπίζονται σε μικρότερο εύρος ωρών. Συγκεκριμένα μεταξύ 7 το πρωί και 4 το απόγευμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως το χειμώνα ο ήλιος ανατέλλει αργότερα και δύει νωρίτερα από το καλοκαίρι. Όσον αφορά στη σύγκριση μεταξύ νοτιοανατολικών και βορειοανατολικών γραφείων ισχύει ότι και για τη θερμότερη μέρα.

Τα εσωτερικά κέρδη παραμένουν ίδια όπως και τη θερμότερη μέρα, αφού δεν αλλάζει ο αριθμός χρηστών ή εξοπλισμού. Ενώ, για τα διαζωνικά κέρδη ισχύουν τα ίδια όπως και για τη θερμότερη μέρα, με τη διαφορά ότι και οι απώλειες και τα κέρδη που εντοπίζονται είναι μικρότερα από αυτά της θερμότερης μέρας.

Πίνακας 21: Ωριαία κέρδη/απώλειες βορειοανατολικών γραφείων κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	-1096	0	-1845	422	73
1	0	-1129	0	-1908	422	65
2	0	-1175	0	-2004	422	60
3	0	-1220	0	-2095	422	54
4	0	-1236	0	-2062	422	43
5	0	-1251	0	-2083	422	35
6	0	-1275	0	-2135	422	27
7	0	-1239	439	-2127	422	-23
8	0	-1126	460	-1947	422	-90
9	0	-919	421	-1613	422	-141
10	0	-693	335	-1317	422	-188
11	0	-531	214	-1183	422	-209
12	0	-414	75	-1042	422	-214
13	0	-353	16	-988	422	-219
14	0	-384	13	-1121	422	-212
15	0	-477	9	-1085	422	-172
16	0	-509	3	-1116	422	-151
17	0	-563	0	-1237	422	-110
18	0	-646	0	-1348	422	-54
19	0	-733	0	-1456	422	-11
20	0	-791	0	-1509	422	14
21	0	-845	0	-1510	422	33
22	0	-913	0	-1617	422	43
23	0	-882	0	-1602	422	31
TOTAL	0	-20401	1986	-37950	10118	-1315

Πίνακας 22: Ωριαία κέρδη/απώλειες νοτιοανατολικών γραφείων κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	-1519	0	-4084	935	122
1	0	-1573	0	-4224	935	103
2	0	-1633	0	-4436	935	93
3	0	-1694	0	-4636	935	83
4	0	-1715	0	-4564	935	64
5	0	-1741	0	-4610	935	53
6	0	-1774	0	-4726	935	39
7	0	-1717	1488	-4709	935	-90
8	0	-1611	1621	-4310	935	-198
9	0	-1349	1573	-3570	935	-272
10	0	-1074	1361	-2915	935	-332
11	0	-865	1011	-2619	935	-348
12	0	-701	581	-2306	935	-339
13	0	-619	387	-2187	935	-338
14	0	-644	349	-2481	935	-326
15	0	-617	271	-2402	935	-287
16	0	-671	122	-2470	935	-241
17	0	-751	0	-2738	935	-160
18	0	-883	0	-2984	935	-71
19	0	-1016	0	-3223	935	-3
20	0	-1095	0	-3340	935	38
21	0	-1173	0	-3343	935	69
22	0	-1269	0	-3580	935	85
23	0	-1215	0	-3547	935	64
TOTAL	0	-28921	8765	-84004	22429	-2191

### Δυτική πτέρυγα

Κατά αντίστοιχο τρόπο όπως και για την ανατολική πτέρυγα επιλέχθηκαν 2 ζώνες του δεύτερου ορόφου, διαφορετικού προσανατολισμού και ελέγχθηκαν μέσω Ecotect. Επιλέχθηκαν 2 γραφεία, ένα προς βορρά και ένα προς νότο.

Παρακάτω δίνονται τα ωριαία διαγράμματα κερδών/απωλειών για τη θερμότερη και την ψυχρότερη μέρα του χρόνου, καθώς και οι αντίστοιχοι πίνακες με τις τιμές των κερδών και των απωλειών αναλυτικά.

Τα γραφεία που επιλέχθηκαν στη δυτική πτέρυγα έχουν πολύ μικρότερη επιφάνεια από αυτά της ανατολικής πτέρυγας, οπότε τα αντίστοιχα κέρδη και απώλειες είναι μικρότερα από αυτά της ανατολικής πτέρυγας.

Γενικά τα αποτελέσματα για τη δυτική πτέρυγα είναι αντίστοιχα αυτών που εξήχθησαν για την ανατολική. Έτσι, κατά τη θερμότερη μέρα, υπάρχουν κέρδη λόγω

διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, λόγω άμεσων ηλιακών κερδών, λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα και λόγω αριθμού χρηστών και εξοπλισμού, ενώ κάποιες απώλειες εντοπίζονται τις μεσημεριανές κυρίως ώρες λόγω επαφής με άλλες ζώνες.

Κατά την ψυχρότερη μέρα, υπάρχουν άμεσα ηλιακά και εσωτερικά κέρδη, ενώ από τους άλλους παράγοντες που εξετάζονται υπάρχουν απώλειες. Η επαφή με τις γειτονικές ζώνες δίνει κέρδη κατά τις νυχτερινές ώρες και κέρδη τις υπόλοιπες ώρες.

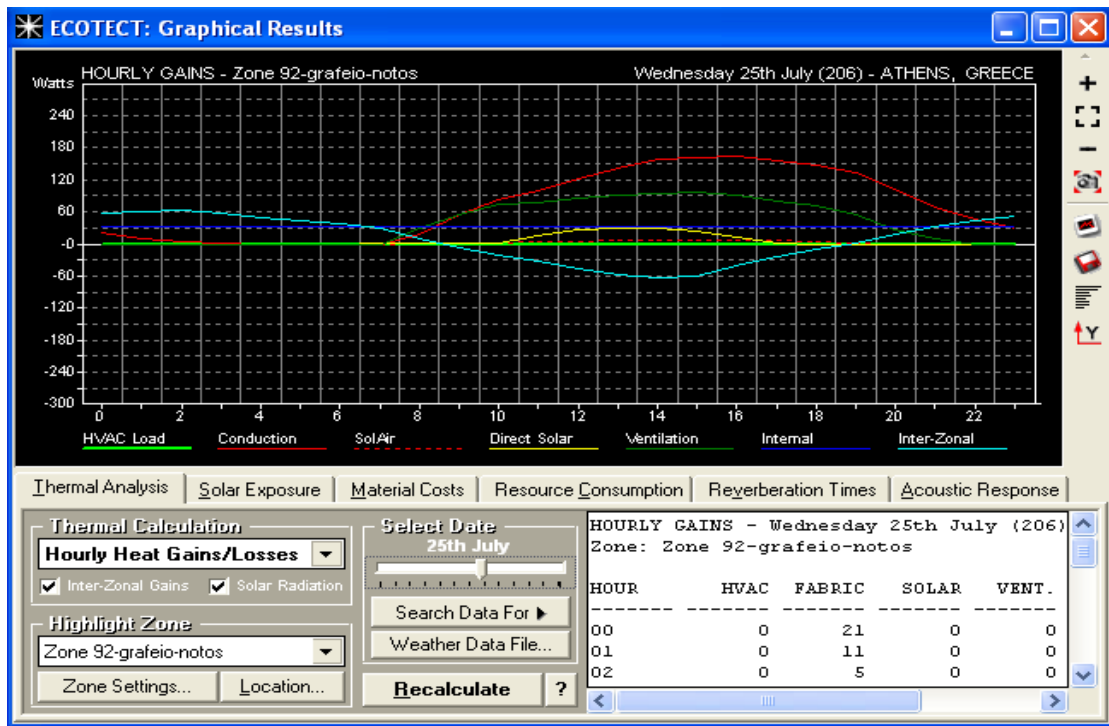
Πρέπει να σημειωθεί πως κατά τη θερμότερη μέρα στο νότιο γραφείο τα κέρδη λόγω αγωγιμότητας εμφανίζονται μέχρι και τις 2 το πρωί, εν αντιθέσει με τα γραφεία της ανατολικής πτέρυγας, που εμφανίζονται μέχρι 12 το βράδυ. Συνεπώς, παρατηρούμε πως η χρονική υστέρηση είναι μεγαλύτερη σε αυτή την περίπτωση. Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν εφόσον και η δυτική και η ανατολική πτέρυγα είναι κατασκευασμένες από το ίδιο υλικό. Αυτή η διαφορά οφείλεται στο γεγονός πως η δυτική πτέρυγα δέχεται περισσότερη ακτινοβολία τις απογευματινές ώρες που ο ήλιος κατευθύνεται προς τη δύση, οπότε η απόδοση της θερμότητας στην δυτική πτέρυγα ξεκινά πιο αργά από την αντίστοιχη της ανατολικής.

Στην ανατολική πτέρυγα, κατά τη θερμότερη μέρα, τα κέρδη λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα του κελύφους ήταν περισσότερα από τα κέρδη μεταφοράς θερμότητας λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Το ίδιο ισχύει και για το βόρειο γραφείο της δυτικής πτέρυγας, όχι όμως και για το νότιο. Στο νότιο παρατηρείται πως υπάρχουν περισσότερα κέρδη λόγω αγωγιμότητας (conduction) και λιγότερα λόγω διείσδυσης αέρα (ventilation).

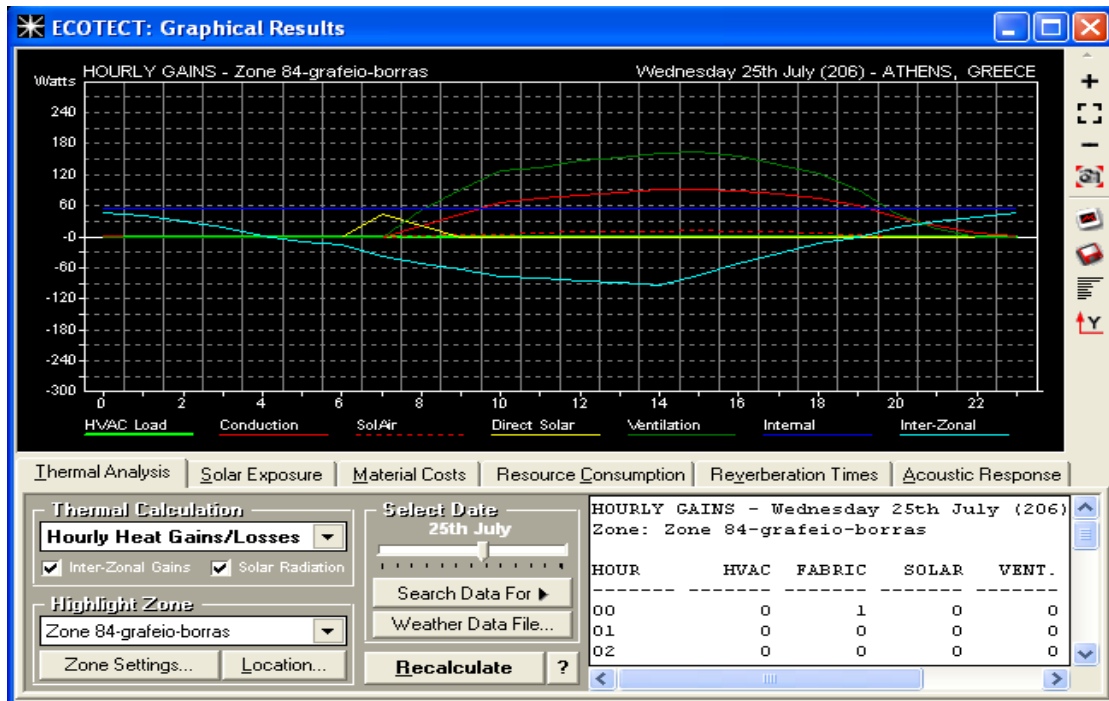
Αντίστοιχα κατά την ψυχρότερη ημέρα στην ανατολική πτέρυγα οι απώλειες από τη διείσδυση αέρα ήταν περισσότερες από αυτές λόγω αγωγιμότητας. Στη δυτική όμως μόνο στο βόρειο γραφείο ισχύει το ίδιο. Στο νότιο ισχύει το αντίθετο. Συνεπώς το νότιο γραφείο της δυτικής πτέρυγας έχει για κάποιο λόγο διαφορετική συμπεριφορά.

Αξιοσημείωτο είναι πως στο βόρειο γραφείο κατά τη διάρκεια της ψυχρότερης μέρας του χρόνου, δεν υπάρχουν καθόλου άμεσα ηλιακά κέρδη λόγω ακτινοβολίας. Αυτό εξηγείται από την πορεία του ήλιου, που όπως αναφέρθηκε και πιο πριν είναι από ανατολή προς δύση με μία ελαφριά κλίση προς νότο. Παρατηρείται ωστόσο, πως κατά τη θερμότερη μέρα υπάρχουν άμεσα ηλιακά κέρδη κατά τις πρωινές ώρες 7-8. Αυτό γίνεται γιατί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ο ήλιος ανατέλλει, στην ουσία, από τα βορειοανατολικά και όχι από τα ανατολικά.

25 Ιουλίου



Εικ. 88: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου



Εικ. 89: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

Συγκρίνοντας τη συμπεριφορά του νότιου και του βόρειου γραφείου, βγαίνουν κάποια σημαντικά συμπεράσματα για την κατάσταση που επικρατεί στο κτίριο.

Τα κέρδη από τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας είναι και για τη δυτική πτέρυγα όπως και στην ανατολική. Στο νότιο γραφείο παρατηρούνται μεγαλύτερα κέρδη, γεγονός λογικό μιας και η νότια πλευρά δέχεται περισσότερη ακτινοβολία, οπότε η διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας είναι μεγαλύτερη από αυτή στη βορεινή πλευρά, με αποτέλεσμα να έχουμε περισσότερη μεταφορά θερμότητας στη νότια πλευρά.

Τα κέρδη λόγω διείσδυσης αέρα είναι μεγαλύτερα στο βορεινό γραφείο. Αυτό παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, αν σκεφτεί κανείς πως τα δύο γραφεία έχουν ίδια επιφάνεια ανοιγμάτων. Μπορούμε να συμπεράνουμε πως το κούφωμα του ανοίγματος του βορεινού γραφείου, για κάποιο λόγο δεν είναι όσο αποδοτικό είναι αυτό του νότιου γραφείου.

Πίνακας 23: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	21	0	0	32	101
1	0	11	0	0	32	101
2	0	5	0	0	32	96
3	0	2	0	0	32	91
4	0	0	0	0	32	84
5	0	0	0	0	32	78
6	0	0	0	0	32	74
7	0	0	1	0	32	66
8	0	19	2	31	32	50
9	0	55	2	54	32	35
10	0	86	2	74	32	22
11	0	103	15	78	32	12
12	0	127	25	86	32	0
13	0	148	31	90	32	-7
14	0	165	30	94	32	-12
15	0	169	24	96	32	-8
16	0	170	14	91	32	15
17	0	162	0	81	32	32
18	0	152	0	71	32	45
19	0	135	0	54	32	57
20	0	104	0	26	32	72
21	0	69	0	10	32	85
22	0	46	0	0	32	94
23	0	29	0	0	32	100
TOTAL	0	1775	146	938	766	1281

Τα εσωτερικά κέρδη παρουσιάζουν μικρες διαφορές, με αυτά στο βορεινό γραφείο να είναι μεγαλύτερα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως το γραφείο αυτό είναι μεγαλύτερο.

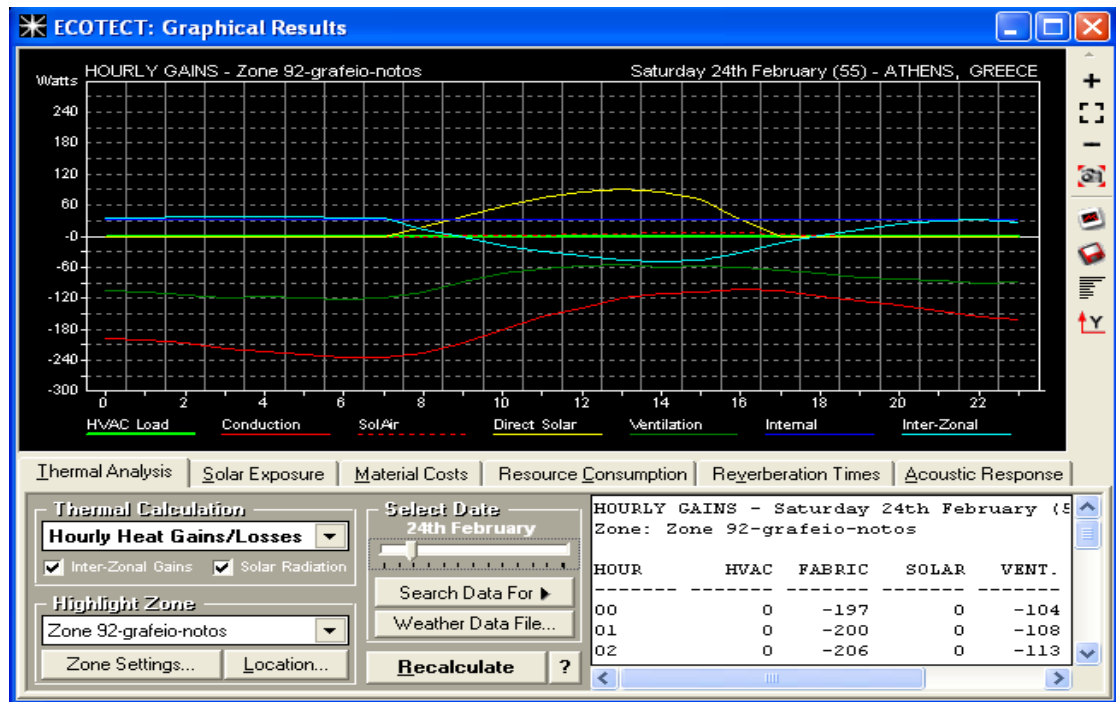
Κατά τη θερμότερη μέρα παρατηρούνται ελάχιστες απώλειες λόγω επαφής με άλλες ζώνες στο νότιο γραφείο και αυτές εντοπίζονται κατά τις μεσημεριανές ώρες. Αντίθετα στο βορεινό γραφείο υπάρχουν απώλειες από τις 6 το πρωί μέχρι και τις 5 το απόγευμα.

Πίνακας 24: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

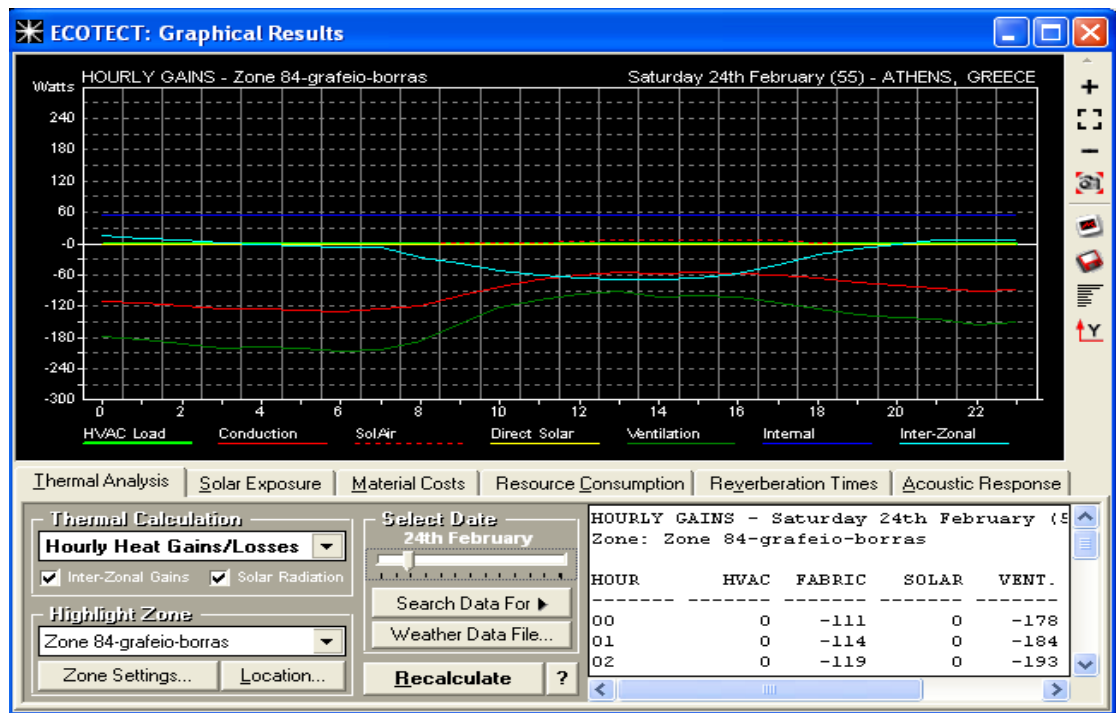
HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	1	0	0	54	63
1	0	0	0	0	54	58
2	0	0	0	0	54	43
3	0	0	0	0	54	32
4	0	0	0	0	54	15
5	0	0	0	0	54	3
6	0	0	0	0	54	-4
7	0	0	45	0	54	-24
8	0	24	22	52	54	-39
9	0	47	0	92	54	-50
10	0	70	0	126	54	-64
11	0	80	0	134	54	-68
12	0	89	0	147	54	-74
13	0	95	0	153	54	-77
14	0	101	0	160	54	-80
15	0	103	0	164	54	-63
16	0	100	0	155	54	-34
17	0	91	0	137	54	-15
18	0	82	0	121	54	4
19	0	65	0	92	54	16
20	0	39	0	44	54	34
21	0	20	0	16	54	46
22	0	6	0	0	54	56
23	0	2	0	0	54	63
TOTAL	0	1016	66	1596	1306	-158



24 Φεβρουαρίου



Εικ. 90: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου



Εικ. 91: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

Κατά την ψυχρότερη μέρα παρατηρείται πως υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες λόγω αγωγιμότητας και μικρότερες λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα, στο νότιο γραφείο

Τα άμεσα ηλιακά κέρδη, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι μηδενικά στο βορεινό γραφείο. Στο νότιο γραφείο αντίθετα, υπάρχουν κέρδη κατά τις ώρες ηλιασμού του κτιρίου, δηλαδή από τις 8 το πρωί ως τις 4 το απόγευμα.

Όσον αφορά στα εσωτερικά κέρδη, μεγαλύτερα παρουσιάζονται στο βορεινό γραφείο και αυτό οφείλεται, όπως αναφέρθηκε και πριν, στο γεγονός πως αυτό το γραφείο είναι λίγο μεγαλύτερο από το νότιο. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί πως η διαφορά τους είναι μικρή.

Πίνακας 25: Ωριαία κέρδη/απώλειες νότιου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	-197	0	-104	32	54
1	0	-200	0	-108	32	52
2	0	-206	0	-113	32	52
3	0	-218	0	-118	32	52
4	0	-224	0	-117	32	51
5	0	-227	0	-118	32	50
6	0	-233	0	-121	32	49
7	0	-234	0	-119	32	50
8	0	-224	20	-109	32	32
9	0	-204	37	-89	32	18
10	0	-178	58	-72	32	3
11	0	-153	75	-64	32	-10
12	0	-134	86	-57	32	-17
13	0	-114	90	-53	32	-23
14	0	-103	86	-60	32	-25
15	0	-100	71	-58	32	-22
16	0	-97	35	-60	32	-9
17	0	-102	0	-66	32	11
18	0	-115	0	-73	32	27
19	0	-125	0	-79	32	37
20	0	-135	0	-83	32	46
21	0	-145	0	-84	32	51
22	0	-156	0	-91	32	53
23	0	-162	0	-88	32	50
TOTAL	0	-3987	557	-2105	766	633

Τέλος παρατηρείται πως στο βορεινό γραφείο υπάρχουν απώλειες λόγω των γειτονικών ζωνών, από τις 4 τα ξημερώματα ως τις 8 το βράδυ. Αντίθετα, στο νότιο γραφείο οι απώλειες περιορίζονται από τις 11 το πρωί ως τις 4 το απόγευμα.

Πίνακας 26: Ωριαία κέρδη/απώλειες βόρειου γραφείου κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

HOUR	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
0	0	-111	0	-178	54	15
1	0	-114	0	-184	54	9
2	0	-119	0	-193	54	6
3	0	-124	0	-201	54	2
4	0	-125	0	-199	54	-2
5	0	-127	0	-201	54	-5
6	0	-129	0	-206	54	-9
7	0	-126	0	-202	54	-7
8	0	-119	0	-186	54	-26
9	0	-100	0	-152	54	-39
10	0	-81	0	-122	54	-52
11	0	-66	0	-109	54	-61
12	0	-54	0	-96	54	-65
13	0	-48	0	-91	54	-69
14	0	-49	0	-103	54	-69
15	0	-47	0	-99	54	-67
16	0	-50	0	-102	54	-59
17	0	-55	0	-113	54	-42
18	0	-64	0	-124	54	-22
19	0	-74	0	-135	54	-10
20	0	-80	0	-141	54	-1
21	0	-85	0	-144	54	6
22	0	-92	0	-155	54	6
23	0	-89	0	-149	54	7
TOTAL	0	-2129	0	-3582	1306	-551

Επίσης, δίνονται τα συγκεντρωτικά ωριαία κέρδη/απώλειες του κτιρίου για τη θερμότερη και για την ψυχρότερη μέρα.

Πίνακας 27: Συνολικά κέρδη/απώλειες κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

25-Ιουλ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
Ανατολική πτέρυγα	0	371467	51709	692753	404798	-225407
Δυτική πτέρυγα	0	203078	7264	205184	129326	-15384
Κτίριο Βέη	0	574545	58973	897937	534124	-240791

Πίνακας 28: Συνολικά κέρδη/απώλειες κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

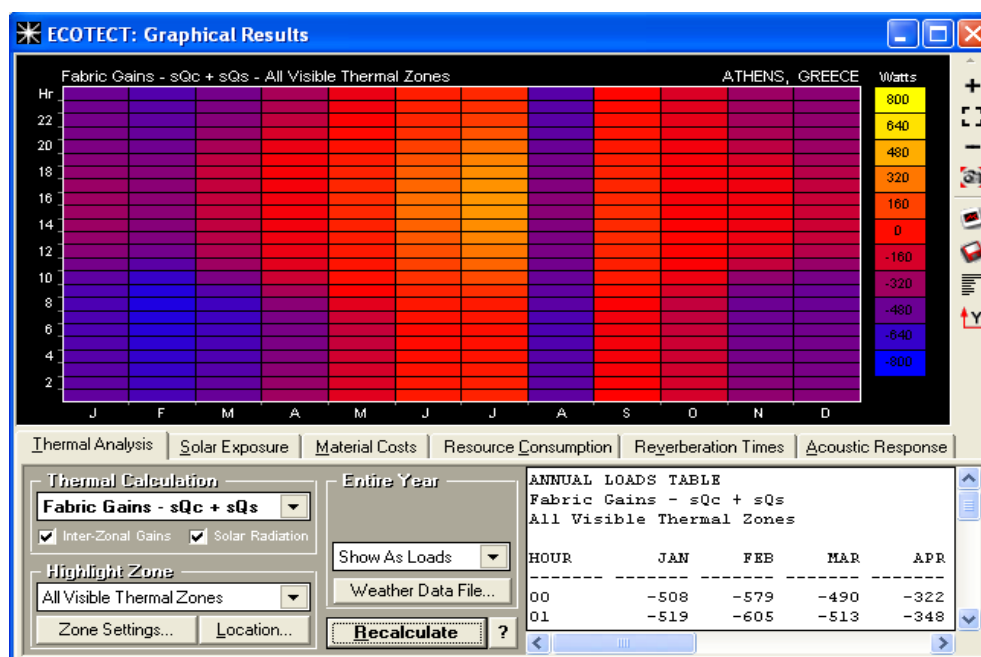
24-Φεβ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
Ανατολική πτέρυγα	0	-841592	63558	-1529696	404798	126653
Δυτική πτέρυγα	0	-462049	8480	-455188	129326	10571
Κτίριο Βέη	0	-1303641	72038	-1984884	534124	137224

### 3.3 ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ (FABRIC GAINS)

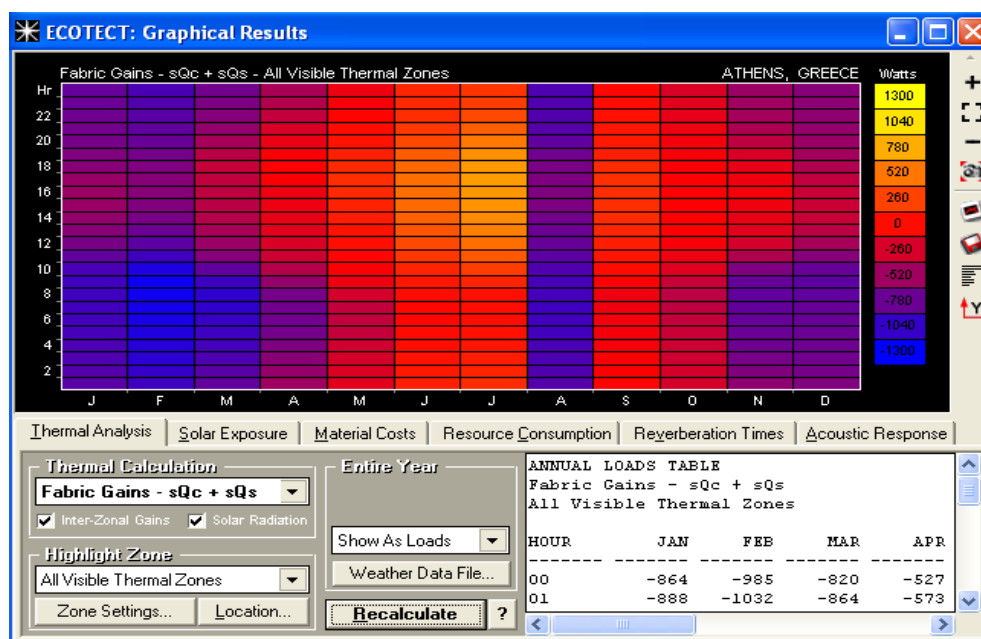
Κέρδη από την κατασκευή είναι αυτά που προκύπτουν λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτιρίου. Παρακάτω δίνονται τα διαγράμματα όπως προέκυψαν για τη δυτική (εικ.88) και την ανατολική πτέρυγα(εικ.89).

Στον οριζόντιο άξονα του διαγράμματος δίνονται οι μήνες, ενώ στον κατακόρυφο οι ώρες της ημέρας. Δεξιά, με χρωματική διαβάθμιση δίνονται τα κέρδη και οι απώλειες σε Watt. Όσο σκουραίνουν τα χρώματα τόσο μειώνονται τα κέρδη και αυξάνονται οι απώλειες. Έτσι όταν στο διάγραμμα εμφανίζεται το μπλε χρώμα, σημαίνει ότι τη συγκεκριμένη ώρα της ημέρας και το συγκεκριμένο μήνα υπήρχαν απώλειες ενέργειας λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και του εξωτερικού του κτιρίου.

Με τη βοήθεια του διαγράμματος, εξάγεται το συμπέρασμα πως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες προκύπτουν κέρδη λόγω διαφοράς εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας, ενώ αντίθετα τους χειμερινούς υπάρχουν απώλειες. Αυτό βέβαια είναι πολύ λογικό αφού η μεταφορά θερμότητας γίνεται από το θερμότερο περιβάλλον, στο ψυχρότερο. Έτσι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού έχουμε μεταφορά θερμότητας από έξω, που είναι πιο ζεστά, προς τα μέσα. Ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα, το αντίθετο, δηλαδή από μέσα προς τα έξω.



Εικ. 92: Κέρδη λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας –Δυτική πτέρυγα



Εικ. 93: Κέρδη λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας-Ανατολική πτέρυγα

Παρατηρείται πως τα διαγράμματα της δυτικής και της ανατολικής πτέρυγας είναι παρόμοια. Συνεπώς, και οι δύο πτέρυγες λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο.

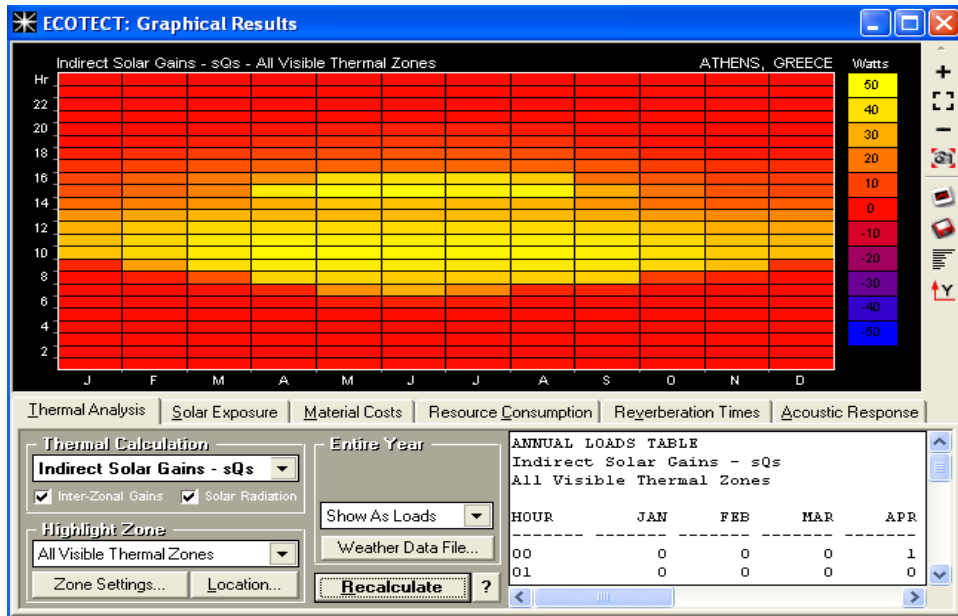
Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι ότι κατά το μήνα Αύγουστο στα διαγράμματα φαίνεται να υπάρχουν απώλειες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπήρχαν κλιματικά δεδομένα για όλες τις μέρες του μήνα, οπότε δεν εισήχθησαν τιμές θερμοκρασίας στο πρόγραμμα. Το πρόγραμμα θεώρησε ότι για τις μέρες που δεν υπήρχαν θερμοκρασίες, η θερμοκρασία ήταν μηδενική. Γεγονός που δεν ισχύει βέβαια. Συνεπώς τα αποτελέσματα για το μήνα Αύγουστο δεν πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη.

### 3.4 ΕΜΜΕΣΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ (INDIRECT GAINS)

Έμμεσα ηλιακά κέρδη είναι κέρδη που προκύπτουν από την ακτινοβολία που πέφτει στην εξωτερική επιφάνεια των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου. Τα έμμεσα ηλιακά κέρδη μπορούν να μειωθούν χρησιμοποιώντας λευκό χρώμα στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου, έτσι ώστε οι ακτίνες του ήλιου που θα προσπίπτουν, να ανακλώνται. Παρακάτω δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα για τη δυτική και ανατολική πτέρυγα.

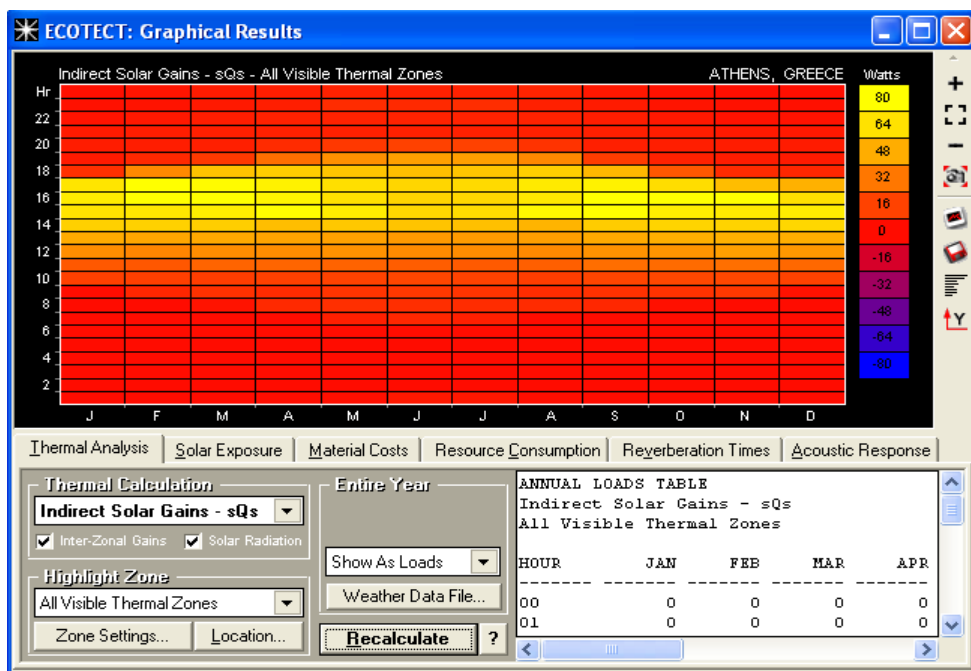
Όπως και τα διαγράμματα κερδών λόγω διαφοράς εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, έτσι και τα διαγράμματα έμμεσων ηλιακών κερδών στον οριζόντιο άξονα δείχνουν τους μήνες του χρόνου και στον κατακόρυφο τις ώρες της ημέρας. Τα κέρδη δείχνονται πάλι με διαφορετικές χρωματικές διαβαθμίσεις. Στο συγκεκριμένο

διάγραμμα υπάρχουν μόνο κέρδη. Αυτό είναι λογικό αφού η ακτινοβολία του ήλιου μπορεί μόνο να προσθέσει ενέργεια στο κτίριο.



Εικ. 94: Έμμεσα ηλιακά κέρδη-Δυτική πτέρυγα

Αυτό που παρατηρείται στα διαγράμματα είναι ότι υπάρχουν έμμεσα ηλιακά κέρδη καθόλη τη διάρκεια του χρόνου. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αυξάνεται το εύρος των ωρών, όπου υπάρχουν κέρδη. Αυτό είναι λογικό, αν ληφθεί υπόψη ότι το καλοκαίρι ο ήλιος ανατέλει νωρίτερα και δύει αργότερα, οπότε οι ώρες ακτινοβολίας αυξάνονται σε σύγκριση με το καλοκαίρι.



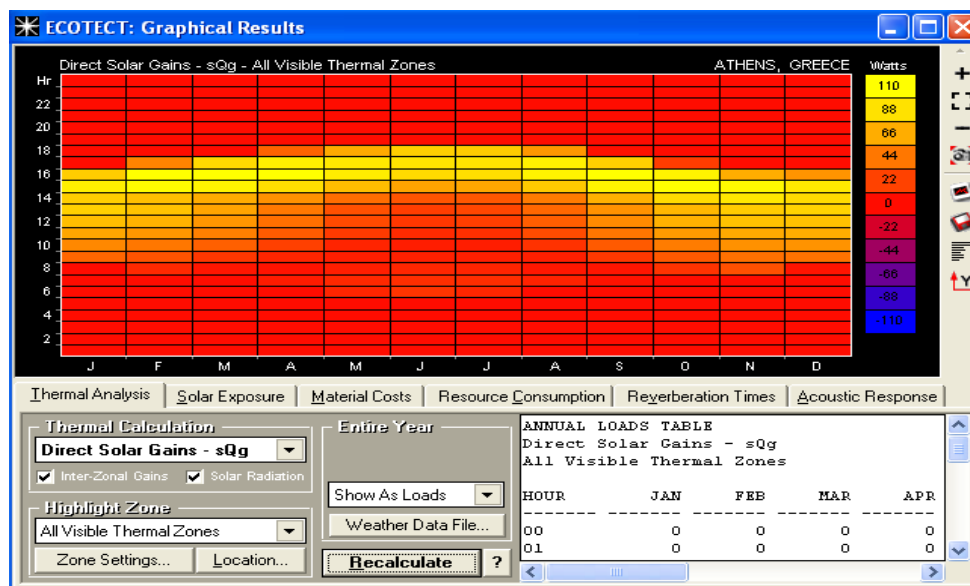
Εικ. 95: Έμμεσα ηλιακά κέρδη- Ανατολική πτέρυγα

### 3.5 ΑΜΕΣΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΕΡΔΗ (DIRECT GAINS)

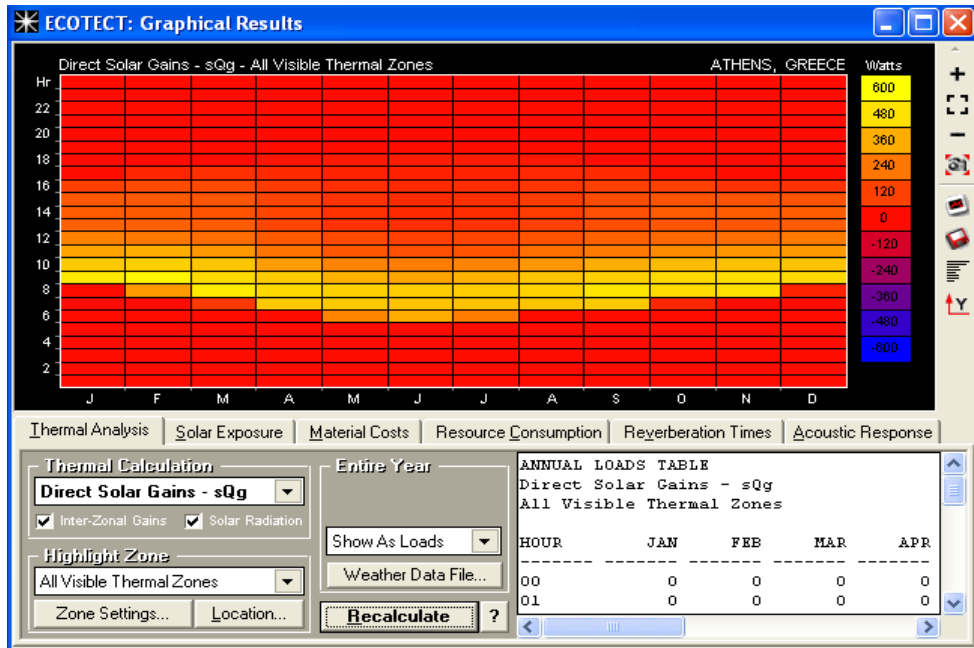
Άμεσα ηλιακά κέρδη είναι αυτά που προκύπτουν από την ηλιακή ακτινοβολία που περνά μέσα από παράθυρα και διαφανείς/ημιδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους του κτιρίου. Στη μείωση των άμεσων ηλιακών κερδών μπορεί να συμβάλλει η μόνωση καθώς και η αύξηση της θερμικής μάζας.

Τα διαγράμματα άμεσων ηλιακών κερδών λειτουργούν με την ίδια λογική που εξηγήσαμε και παραπάνω για τα προηγούμενα διαγράμματα. Και σε αυτά υπάρχουν μόνο κέρδη, για αυτό και οι χρωματικές αποχρώσεις που συναντώνται είναι από κόκκινο έως κίτρινο.

Παρατηρείται ότι στη δυτική πτέρυγα τα κέρδη εντοπίζονται αργότερα από αυτά της ανατολικής πτέρυγας. Γεγονός πολύ λογικό αφού τις πρωινές ώρες η ανατολική πτέρυγα δέχεται περισσότερη ακτινοβολία από ότι η δυτική. Επίσης παρατηρείται ότι κατά τους χειμερινούς μήνες αυξάνεται το εύρος της κίτρινης περιοχής που δείχνει μεγαλύτερα κέρδη. Αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι το χειμώνα ο ήλιος είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με το καλοκαίρι, επομένως το κτίριο δέχεται μεγαλύτερη ακτινοβολία.



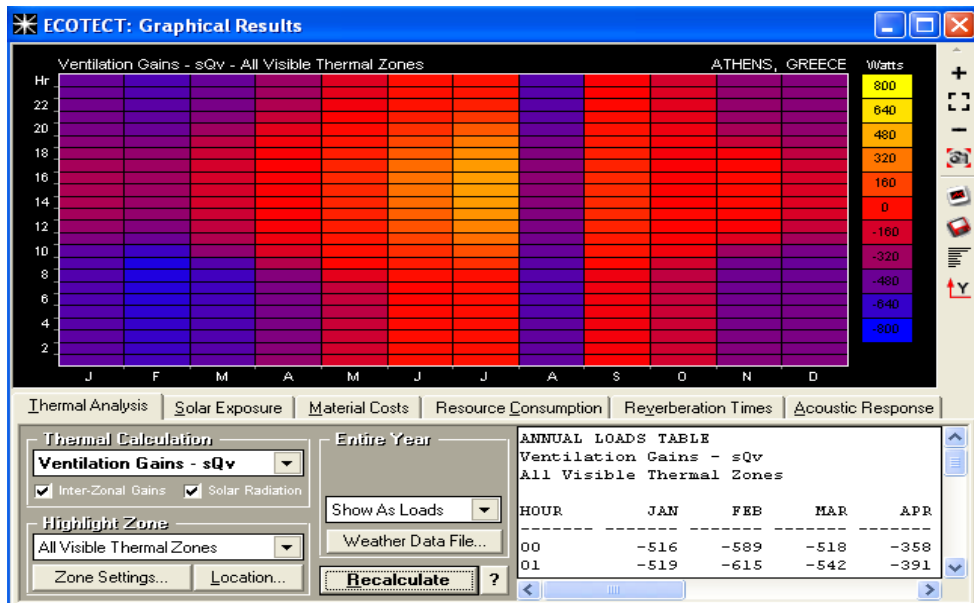
Εικ. 96: Άμεσα ηλιακά κέρδη- Δυτική πτέρυγα



Εικ. 97: Άμεσα ηλιακά κέρδη- Ανατολική πτέρυγα

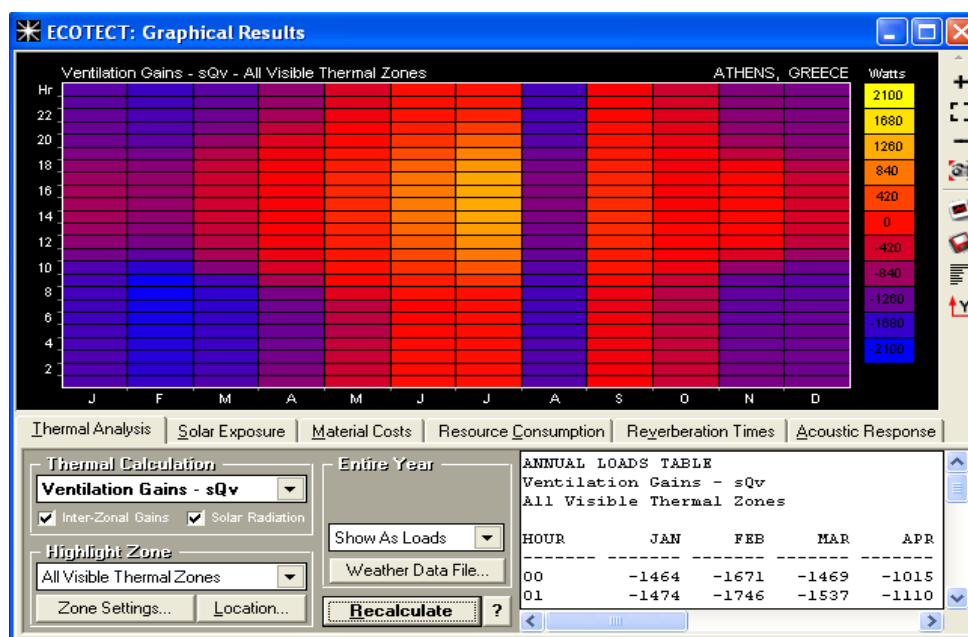
### 3.6 ΚΕΡΔΗ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ (VENTILATION GAINS)

Κέρδη από αερισμό προκύπτουν λόγω μεταφοράς θερμότητας μέσω του αέρα που διεισδύει από ρωγμές και ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου. Παρακάτω δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα για την ανατολική και τη δυτική πτέρυγα.



Εικ. 98: Κέρδη από αερισμό-Δυτική πτέρυγα





Εικ. 99: Κέρδη από αερισμό-Ανατολική πτέρυγα

Πάλι, και σε αυτό το διάγραμμα ο κατακόρυφος άξονας δείχνει τις ώρες της ημέρας, ο οριζόντιος τους μήνες του χρόνου και τα κέρδη και οι απώλειες λόγω αερισμού δείχνονται με διαφορετικά χρώματα για κάθε ώρα και μήνα του έτους.

Αυτό που προκύπτει από τα διαγράμματα, είναι πως μεγαλύτερα κέρδη θερμότητας λόγω διείσδυσης αέρα από ρωγμές και ανοίγματα έχουμε κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κυρίως τις ώρες από 12 το μεσημέρι έως 6 το απόγευμα. Αντίθετα κατά τους χειμερινούς μήνες έχουμε απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού, οι οποίες είναι αυξημένες τις πρωινές και τις βραδινές ώρες.

### 3.7 ΜΗΝΙΑΙΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ (MONTHLY LOADS/DISCOMFORT)

Εκτός από τα ωριαία κέρδη και απώλειες, το Ecotect δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού των μηνιαίων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Εξετάστηκαν χωριστά οι δύο πτέρυγες.

Αρχικά, εξετάστηκαν τα γραφεία έχοντας επιλέξει ότι δεν υπάρχει κανένα σύστημα ψύξης/θέρμανσης. Τα αποτελέσματα που βγάζει το πρόγραμμα είναι οι ώρες που η ζώνη ήταν πολύ ζεστή ή πολύ κρύα. Στη συνέχεια ορίζοντας κάποιες ζώνες να έχουν μικτό σύστημα (mixed-mode system) υπολογίστηκαν τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία, οι ανάγκες δηλαδή για θέρμανση και ψύξη.

### Ανατολική πτέρυγα

Πίνακας 29: Ώρες θερμικής και ψυκτικής δυσφορίας βορειοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας

	TOO HOT	TOO COOL	TOTAL
MONTH	(Hrs)	(Hrs)	(Hrs)
Jan	0.00	230.00	230.00
Feb	0.00	200.00	200.00
Mar	0.00	220.00	220.00
Apr	0.00	164.00	164.00
May	14.00	39.00	53.00
Jun	149.00	0.00	149.00
Jul	220.00	0.00	220.00
Aug	90.00	130.00	220.00
Sep	50.00	0.00	50.00
Oct	0.00	46.00	46.00
Nov	0.00	190.00	190.00
Dec	0.00	210.00	210.00
TOTAL	523	1429	1952

Στον παραπάνω πίνακα, στην πρώτη στήλη δίνονται οι μήνες του χρόνου. Στη δεύτερη στήλη οι ώρες του μήνα που η ζώνη είναι πολύ ζεστή. Στην Τρίτη στήλη οι ώρες του μήνα που η ζώνη είναι πολύ κρύα. Ενώ στην τέταρτη στήλη δίνεται το σύνολο των ωρών κάθε μήνα που υπάρχει δυσφορία.

Με τη βοήθεια του πίνακα συμπεραίνεται πως από Οκτώβρη μέχρι Απρίλη υπάρχει δυσφορία στη ζώνη λόγω κρύου. Το μήνα Μάη που είναι μεταβατική εποχή υπάρχει δυσφορία κάποιες μέρες λόγω κρύου και κάποιες άλλες λόγω ζέστης. Από Ιούνιο μέχρι Σεπτέμβρη υπάρχει δυσφορία λόγω ζέστης. Το μήνα Αύγουστο φαίνεται ότι υπάρχει μεγαλύτερη δυσφορία λόγω κρύου, όμως όπως έχει ήδη αναφερθεί αυτό οφείλεται στα ελλιπή κλιματικά δεδομένα και δεν λαμβάνεται υπόψη.

Αφού ορίστηκε ότι υπάρχει mixed-mode system σε κάποιες από τις ζώνες ξαναέγινε ο υπολογισμός και τα αποτελέσματα για τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για τη συγκεκριμένη ζώνη δίνεται στον παρακάτω πίνακα, όπου στην πρώτη στήλη δίνονται οι μήνες, στη δεύτερη τα μηνιαία θερμικά φορτία και στην τρίτη τα μηνιαία ψυκτικά.

Πίνακας 30: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία βορειοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας

	HEATING	COOLING
MONTH	LOAD(kWh)	LOAD(kWh)
Jan	205.17	0.00
Feb	267.96	0.00
Mar	120.48	0.00
Apr	6.16	0.00
May	0.00	39.48
Jun	0.00	345.73
Jul	0.00	591.59
Aug	479.86	200.93
Sep	0.00	80.25
Oct	11.97	0.00
Nov	35.88	0.00
Dec	84.00	0.00
TOTAL	1211.48	1257.98
PER M <sup>2</sup>	14.37	14.92

Παρατηρείται πως οι ανάγκες σε θερμικά και ψυκτικά φορτία ακολουθούν τον πίνακα δυσφορίας. Έτσι τους μήνες που υπήρχε δυσφορία λόγω κρύου εμφανίζεται θερμικό φορτίο, ενώ στους υπόλοιπους ψυκτικό. Για το μήνα Αύγουστο εμφανίζεται και θερμικό και ψυκτικό φορτίο. Για να μην αλλοιωθούν τα αποτελέσματα θα θεωρηθεί πως κατά το μήνα Αυγουστο υπάρχει μόνο ψυκτικό φορτίο, ανάγκη για ψύξη δηλαδή. Μετά από αυτή την παραδοχή τα συνολικά θερμικά και ψυκτικά φορτία της βορειοανατολικής ζώνης έχουν ως εξής:

Πίνακας 31: Συνολικά θερμικά και ψυκτικά φορτία της βορειοανατολικής ζώνης, της ανατολικής πτέρυγας μετά τη διόρθωση στο μήνα Αύγουστο

	HEATING	COOLING
	LOAD(kWh)	LOAD(kWh)
TOTAL	731.62	1257.98
PER M <sup>2</sup>	8.68	14.92

Αντίστοιχα για την νοτιοανατολική ζώνη οι πίνακες δίνονται πιο κάτω. Σημειώνεται πως στον πίνακα θερμικών και ψυκτικών φορτίων λαμβάνεται ότι για το μήνα Αύγουστο το θερμικό φορτίο είναι μηδενικό.

Πίνακας 32: Ώρες θερμικής και ψυκτικής δυσφορίας νοτιοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας

	TOO HOT	TOO COOL	TOTAL
MONTH	(Hrs)	(Hrs)	(Hrs)
Jan	0.00	230.00	230.00
Feb	0.00	200.00	200.00
Mar	0.00	220.00	220.00
Apr	0.00	154.00	154.00
May	19.00	26.00	45.00
Jun	151.00	0.00	151.00
Jul	220.00	0.00	220.00
Aug	90.00	130.00	220.00
Sep	50.00	0.00	50.00
Oct	0.00	41.00	41.00
Nov	0.00	190.00	190.00
Dec	0.00	210.00	210.00
TOTAL	530	1401	1931

Πίνακας 33: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία νοτιοανατολικής ζώνης, ανατολικής πτέρυγας

	HEATING	COOLING
MONTH	LOAD(kWh)	LOAD(kWh)
Jan	310.38	0.00
Feb	420.54	0.00
Mar	167.00	0.00
Apr	10.66	0.00
May	0.00	67.16
Jun	0.00	569.27
Jul	0.00	1039.89
Aug	0.00	356.98
Sep	0.00	144.97
Oct	24.26	0.00
Nov	48.35	0.00
Dec	118.65	0.00
TOTAL	1099.84	2178.27
PER M <sup>2</sup>	5.88	11.65

Παρατηρείται πως τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία ανά τετραγωνικό μέτρο είναι μικρότερα στη νοτιοανατολική ζώνη από ότι στην βορειοανατολική.

#### Δυτική πτέρυγα

Παρακάτω δίνονται τα μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία του νότιου και του βορεινού γραφείου της δυτικής πτέρυγας.

Πίνακας 34: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία νότιου γραφείου δυτικής πτέρυγας

	HEATING	COOLING
MONTH	LOAD(kWh)	LOAD(kWh)
Jan	40.47	0.00
Feb	52.15	0.00
Mar	34.33	0.00
Apr	3.13	0.00
May	0.04	2.86
Jun	0.00	36.38
Jul	0.00	78.26
Aug	0.00	26.40
Sep	0.00	10.05
Oct	0.86	0.00
Nov	8.36	0.00
Dec	17.31	0.00
TOTAL	156.65	153.96
PER M <sup>2</sup>	24.55	24.13

Πίνακας 35: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία βορεινού γραφείου δυτικής πτέρυγας

	HEATING	COOLING
MONTH	LOAD(kWh)	LOAD(kWh)
Jan	56.93	0.00
Feb	68.08	0.00
Mar	48.02	0.00
Apr	3.28	0.00
May	0.00	4.17
Jun	0.00	45.43
Jul	0.00	89.13
Aug	0.00	28.27
Sep	0.00	10.01
Oct	1.53	0.00
Nov	12.95	0.00
Dec	28.39	0.00
TOTAL	219.18	177.01
PER M <sup>2</sup>	20.15	16.27

Παρατηρείται πως τα θερμικά και ψυκτικά φορτία της νότιας ζώνης είναι μεγαλύτερα από αυτά της βόρειας.

Παρακάτω δίνονται τα συνολικά μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το κτίριο Βέη.

Πίνακας 36: Συνολικά μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία για το κτίριο Βέη

MONTH	HEATING LOAD(kWh)			COOLING LOAD(kWh)		
	Δυτική πτέρυγα	Ανατολική πτέρυγα	Κτίριο Βέη	Δυτική πτέρυγα	Ανατολική πτέρυγα	Κτίριο Βέη
Jan	1349,17	17925,2	19274,37	0,69	3,67	4,36
Feb	1659,37	21976,18	23635,55	27,09	3,29	30,38
Mar	864,51	15529,94	16394,45	0,66	3,64	4,3
Apr	128,28	4463,11	4591,39	290,46	3,21	293,67
May	3,63	537,36	540,99	2689,81	2112,2	4802,01
Jun	0,42	1,72	2,14	5848,85	13050,4	18899,25
Jul	0,66	3,34	4,00	8384,49	20907,56	29292,05
Aug	0,00	0,00	0,00	3265,89	6845,3	10111,19
Sep	0,14	0,51	0,65	1943,54	3238,53	5182,07
Oct	120,28	752,26	872,54	1767,01	69,92	1836,93
Nov	359,01	8844,42	9203,43	189,32	3,26	192,58
Dec	674,43	11325,27	11999,7	142,86	3,61	146,47
TOTAL	5159,9	81359,31	86519,21	24550,67	46244,58	70795,25
PER M <sup>2</sup>	4,79	24,12	19,43	22,78	13,71	15,9

Προκύπτει ,επομένως, πως το ετήσιο θερμικό φορτίο του κτιρίου συνολικά είναι 86519,21 KWh, ενώ το ψυκτικό φορτίο είναι 70795,25 KWh. Αν διαιρέσουμε με τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια του κτιρίου προκύπτει ότι το θερμικό φορτίο/m<sup>2</sup> είναι ίσο με 19,43 KWh/m<sup>2</sup>, ενώ το αντίστοιχο ψυκτικό, 15,90 KWh/m<sup>2</sup>.

## 4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 4.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- **Προσθήκη πρόσθετης εξωτερικής θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου**

Το κτίριο Βέη είναι ένα κτίριο που κατασκευάστηκε πρόσφατα και έχουν τηρηθεί βασικοί κανόνες εξοικονόμησης ενέργειας. Διαθέτει θερμομόνωση και τα παράθυρα του κτιρίου έχουν διπλά τζάμια και κουφώματα αλουμινίου, επομένως έχει σχετικά καλή ενεργειακή απόδοση.

Πρέπει, να σημειωθεί, πως το κτίριο έχει μεν θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους και στο δώμα αλλά δεν έχει στα τοιχεία και τις κολώνες. Από υπολογισμούς που έγιναν στο κεφάλαιο 3 του δεύτερου μέρους, βρέθηκε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος είναι μεγαλύτερος του επιτρεπτού. Το ίδιο ισχύει και για τον φέροντα οργανισμό του κτιρίου.

Επομένως, για την καλύτερη ενεργειακή απόδοση του κτιρίου προτείνεται η προσθήκη πρόσθετης εξωτερικής θερμομόνωσης σε όλα τα τοιχεία και τους εξωτερικούς τοίχους του κελύφους του κτιρίου. Συγκεκριμένα προτείνεται η προσθήκη 5 εκατοστών εξηλασμένης πολυστερίνης.

- **Εξωτερική σκίαση των νότιων ανοιγμάτων**

Για τη μείωση της θερμότητας που εισέρχεται άμεσα στο εσωτερικό του κτιρίου από τα παράθυρα, προτείνεται η κατασκευή εξωτερικής σκίασης για τα νότια ανοίγματα. Η χρήση εξωτερικής σκίασης είναι πιο αποτελεσματική από την ήδη υπάρχουσα εσωτερική, αφού εμποδίζει την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους υαλοπίνακες. Έτσι, προλαμβάνει την ηλιακή ακτινοβολία πριν εισχωρήσει στο εσωτερικό του κτιρίου.

- **Αλλαγή χρώματος εξωτερικών τοίχων**

Ένας ακόμη τρόπος μείωσης της μετάδοσης της θερμότητας από το εξωτερικό προς το εσωτερικό του κτιρίου είναι η αλλαγή του χρώματος των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου. Αυτή τη στιγμή το μεγαλύτερο μέρος του κτιρίου είναι βαμμένο πράσινο και κόκκινο. Οι εξωτερικοί τοίχοι του δηλαδή, είναι σκουρόχρωμοι. Είναι αποδεδειγμένο ότι οι μουντοί σκουρόχρωμοι εξωτερικοί τοίχοι απορροφούν το 70-90% της προσπίπτουσας

ηλιακής ακτινοβολίας, με συνέπεια την αποθήκευση θερμότητας, η οποία τελικά μεταδίδεται στο εσωτερικό του κτηρίου.[19] Αντίθετα, οι ανοιχτόχρωμοι τοίχοι ανακλούν μεγαλύτερο ποσοστό της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, μειώνοντας τη μετάδοση θερμότητας μέσω των επιφανειών στους εσωτερικούς χώρους. Επομένως, προτείνεται η βαφή των εξωτερικών τοίχων του κτιρίου.

- **Νυκτερινός διαμπερής αερισμός**

Κατά τη διάρκεια της ημέρας το κέλυφος του κτιρίου αποθηκεύει θερμότητα από την ακτινοβολία του ήλιου. Έτσι προτείνεται διαμπερής νυκτερινός αερισμός. Ο κρύος αέρας, κυκλοφορώντας μέσα στο χώρο, απάγει τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στη θερμική μάζα του κτιρίου και έτσι την επόμενη μέρα, το κτίριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Για τον καλύτερο διαμπερή νυκτερινό δροσισμό μπορούν να ανοιχτούν τα παράθυρα των αιθρίων, τα οποία βρίσκονται στο κέντρο κάθε πτέρυγας.

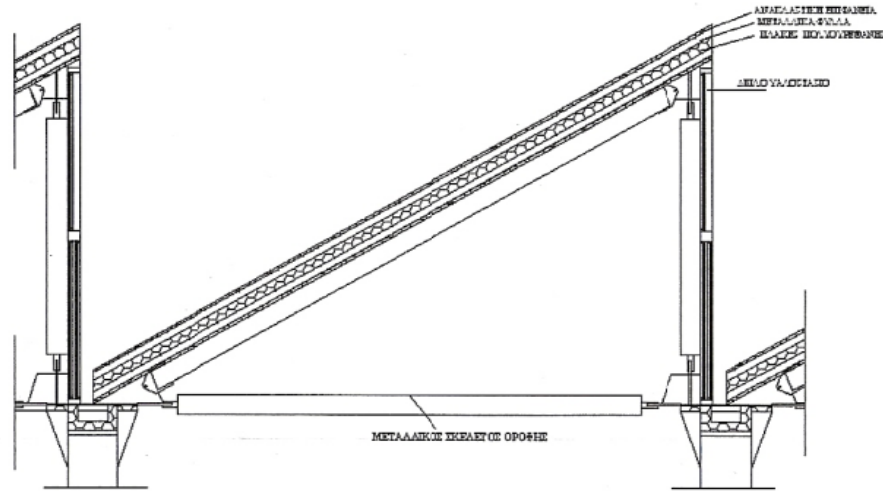
- **Λειτουργία ηλιακής καμινάδας**

Τέλος προτείνεται η εκμετάλλευση των αιθρίων για τη δημιουργία ηλιακής καμινάδας, η οποία θα βοηθήσει στον ημερήσιο εξαερισμό του κτιρίου.. Η λειτουργία της ηλιακής καμινάδας βασίζεται στο γεγονός ότι ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να ανεβαίνει προς τα πάνω , οπότε αντικαθίσταται από αέρα του σπιτιού. Έτσι επιτυγχάνεται διαρκής ανανέωση του εσωτερικού αέρα.

Για να λειτουργήσει το αίθριο κατά αυτόν τον τρόπο πρέπει να σκεπαστεί. Η οροφή του αιθρίου πρέπει να έχει επαρκή ανοίγματα ώστε το αίθριο να αερίζεται και να μη δημιουργούνται συνθήκες υπερθέρμανσης. Τα ανοίγματα,τα οποία προτείνεται να είναι διπλά, πρέπει να είναι προσανατολισμένα προς το νότο και να είναι κατακόρυφα, ενώ η κλίση της επιφάνειας να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει μεν στις ακτίνες του ήλιου το χειμώνα να εισέρχονται στο αίθριο, αλλά να αποτρέπει τις θερινές.

Μία προτεινόμενη οροφή αιθρίου δίνεται στην πιο κάτω εικόνα. Αποτελείται από διπλά μεταλλικά επίπεδα φύλλα που στο εσωτερικό τους φέρουν θερμομόνωση από πλάκες πολυουρεθάνης. Επίσης, τόσο εσωτερικά, όσο και εξωτερικά τα φύλλα καλύπτονται με ανακλαστικό υλικό.[60,61]





ΥΛΙΚΑ	Πάχος Υλικών (m)	Πυκνότητα (Kg/m <sup>3</sup> )	Θερμική Αγωγιμότητα λ. (W/mK)
Στρώση ανακλαστικού υλικού	0.015	40	1,20
Μεταλλικά φύλλα	0.035	7000	46,02
Πλάκες πολυουρεθάνης	0.05	40	0,03
Μεταλλικά φύλλα	0,035	7000	46,02
Στρώση ανακλαστικού υλικού	0,015	40	1,20
Σύνολο:	0.15		

Εικ. 100: Προτεινόμενη οροφή αιθρίου[60]

#### 4.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ECOTECT

Από τις παραπάνω προτάσεις έγινε έλεγχος της πρώτης πρότασης με τη βοήθεια του Ecotect. Για τον έλεγχο της πρότασης έγιναν κάποιες αλλαγές στο κτίριο που είχε ήδη σχεδιαστεί στο Ecotect. Επιλέχτηκαν άλλοι τύποι εξωτερικών τοίχων και δώματος στους οποίους είχαν προστεθεί επιπλέον 5 εκατοστά θερμομόνωσης. Παρακάτω δίνονται τα νέα ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες, τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, που προέκυψαν μετά τις αλλαγές αυτές, καθώς και συγκριτικοί πίνακες αυτών που δείχνουν τις διαφοροποιήσεις μετά την επέμβαση.

Πίνακας 37: Συνολικά ωριαία θερμικά κέρδη της δυτικής πτέρυγας για τη θερμότερη και ψυχρότερη μέρα του χρόνου, μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης

	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
25-Ιουλ	0	185470	10396	205161	129326	-22626
24-Φεβ	0	-417721	13710	-455137	129326	15475

Πίνακας 38: Συνολικά ωριαία θερμικά κέρδη της ανατολικής πτέρυγας για τη θερμότερη και ψυχρότερη μέρα του χρόνου, μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης

	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
25-Ιουλ	0	361822	58658	690721	404858	-206266
24-Φεβ	0	-831649	71098	-1525215	404858	113246

Πίνακας 39: Ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες κατά την ψυχρότερη ημέρα μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης

24-Φεβ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
Δυτική πτέρυγα	0	-417721	13710	-455137	129326	15475
Ανατολική πτέρυγα	0	-831649	71098	-1525215	404858	113246
Κτίριο Βέη	0	-1249370	84808	-1980352	534184	128721

Πίνακας 40: Ωριαία θερμικά κέρδη/απώλειες κατά τη θερμότερη ημέρα μετά την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης

25-Ιουλ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
Δυτική πτέρυγα	0	185470	10396	205161	129326	-22626
Ανατολική πτέρυγα	0	361822	58658	690721	404858	-206266
Κτίριο Βέη	0	547292	69054	895882	534184	-228892

Από τη σύγκρισή των αποτελεσμάτων με αυτά που εξήχθησαν πριν την επέμβαση προκύπτουν οι παρακάτω συγκριτικοί πίνακες:

Πίνακας 41: Συγκριτικός πίνακας ωριαίων κερδών/απωλειών πριν και μετά την επέμβαση, κατά τη θερμότερη μέρα του χρόνου

25-Ιουλ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
ΠΡΙΝ	0	574545	58973	897937	534124	-240791
ΜΕΤΑ	0	547292	69054	895882	534184	-228892

Παρατηρείται μείωση των κερδών από κατασκευή(fabric) και αερισμό (ventilation), τα οποία ήταν αυτά που προκαλούσαν το μεγαλύτερο πρόβλημα και έπρεπε να μειωθούν.

Πίνακας 42 Συγκριτικός πίνακας ωριαίων κερδών/απωλειών πριν και μετά την επέμβαση, κατά την ψυχρότερη μέρα του χρόνου

24-Φεβ	HVAC	FABRIC	SOLAR	VENT.	INTERN	ZONAL
ΠΡΙΝ	0	-1303641	72038	-1984884	534124	137224
ΜΕΤΑ	0	-1249370	84808	-1980352	534184	128721

Πίνακας 43: Μηνιαία θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου Βέη, μετά την προσθήκη θερμομόνωσης, όπως προέκυψαν από το Ecotect

MONTH	HEATING LOAD(KWh)			COOLING LOAD(KWh)		
	Δυτική πτέρυγα	Ανατολική πτέρυγα	Κτίριο Βέη	Δυτική πτέρυγα	Ανατολική πτέρυγα	Κτίριο Βέη
Jan	1108,70	17636,11	18744,81	5,58	24,47	30,05
Feb	1422,58	21630,70	23053,28	6,07	27,27	33,34
Mar	685,95	15202,67	15888,62	4,99	23,30	28,29
Apr	82,46	4288,57	4371,03	155,94	8,24	164,18
May	1,39	465,70	467,09	1552,81	2265,66	3818,47
Jun	1,35	3,35	4,70	4015,15	13173,74	17188,89
Jul	3,59	10,09	13,68	5951,46	21133,50	27084,96
Aug	0,00	0,00	0,00	2260,32	6944,26	9204,58
Sep	0,29	0,47	0,76	1231,67	3311,80	4543,47
Oct	92,49	737,32	829,81	875,34	107,13	982,47
Nov	270,32	8564,67	8834,99	96,66	12,89	109,55
Dec	515,11	11105,72	11620,83	75,43	17,55	92,98
TOTAL	4184,23	79645,37	83829,60	16231,44	47049,80	63281,24
PER M <sup>2</sup>	3,88	23,61	18,83	15,06	13,95	14,22

Προκύπτει, επομένως, πως το ετήσιο θερμικό φορτίο του κτιρίου Βέη συνολικά, μετά την προσθήκη επιπλέον θερμομόνωσης είναι ίσο με 83829,6 KWh, ενώ το αντίστοιχο ψυκτικό είναι 63281,24 KWh. Συνεπώς, παρατηρείται μείωση τόσο του θερμικού, όσο και του ψυκτικού φορτίου, γεγονός που δηλώνει ότι η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου βελτιώνεται. Παρακάτω δίνεται συγκριτικός πίνακας που δείχνει αυτή τη μείωση.

Πίνακας 44: Σύγκριση των ετήσιων θερμικών και ψυκτικών φορτίων, του κτιρίου Βέη συνολικά, πριν και μετά τη βελτίωση

	HEATING LOAD(KWh)	COOLING LOAD(KWh)
ΠΡΙΝ	86519,21	70795,25
ΜΕΤΑ	83829,60	63281,24

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα διπλωματική έγινε μία προσπάθεια να εξεταστεί το κτίριο Βέη, της σχολής Τοπογράφων Μηχανικών από ενεργειακής σκοπιάς. Αφού έγινε η προσομοίωση του κτιρίου στο Ecotect, αναλύθηκε η θερμική του συμπεριφορά. Για τη βελτίωση της ενεργειακής του κατάστασης έγιναν κάποιες προτάσεις. Ανάμεσά τους, προτάθηκε η προσθήκη πρόσθετης εξωτερικής μόνωσης. Μέσω του Ecotect ελέγχθηκε η πρόταση και βρέθηκε πως όντως βελτιώνει την ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου, αφού μειώνονται τα θερμικά και ψυκτικά φορτία.

Δυστυχώς, στα χρονικά πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, δεν ήταν δυνατό να ελεγχούν όλες οι προτάσεις. Ελπίζω, λοιπόν, κάποιος να συνεχίσει την προσπάθεια μου και γιατί όχι να την εμπλουτίσει. Αυτό που θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον και θα ήθελα να προτείνω, είναι να ελεγχθεί η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και με το καινούριο πρόγραμμα που κυκλοφόρησε πρόσφατα, στα πλαίσια του νέου κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, KENAK και να γίνει μία σύγκριση με τα αποτελέσματα που δίνει το Ecotect.

Κλείνοντας, εύχομαι η διπλωματική αυτή να αποτελέσει ένα καλό βοήθημα για όσους επιθυμούν να μάθουν κάποια βασικά πράγματα για το βιοκλιματικό σχεδιασμό υφιστάμενης κατασκευής, καθώς και για όσους θελήσουν να μελετήσουν με παρόμοιο τρόπο άλλα κτίρια του Πολυτεχνείου.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <http://www.allaboutenergy.gr/Intro12.html>
2. (<http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>)
3. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΠΟΛΥΕΚΔΟΤΙΚΗ, ΕΚΔΟΣΗ 2008
4. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ: ΗΛΙΑΚΑ ΣΠΙΤΙΑ, ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΦΡ.ΚΩΤΣΙΑΝΑΣ, ΑΘΗΝΑ, ΗΒΟΣ, 1980
5. ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ-ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ ΚΑΡΑΒΑΣΙΛΗ-ΧΟΝΔΡΟΥ, ΑΘΗΝΑ, πSystems International, 1999, ΕΥΩΝΥΜΟΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
6. [http://www.cres.gr/energy-saving/technologies\\_technologies\\_ape.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_technologies_ape.htm)
7. [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm)
8. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΗΠΙΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΜΑΤΘΑΙΟΣ ΣΑΝΤΑΜΟΥΡΗΣ
9. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ, ΑΘΗΝΑ, 2001
10. [http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human\\_activities/energy\\_sources.htm](http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_sources.htm)
11. [http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human\\_activities/contents.htm](http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/contents.htm)
12. [http://www.oikipa.gr/index/index.php?option=com\\_content&task=view&id=87&Itemid=62](http://www.oikipa.gr/index/index.php?option=com_content&task=view&id=87&Itemid=62)
13. <http://www.allaboutenergy.gr/YdravlikiEnergeia.html>
14. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1>
15. [http://climate.wwf.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=115](http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=115)
16. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΝΟΛΩΝ, ΓΕΩΡΓΙΟΣ Μ. ΚΟΝΤΟΡΟΥΠΗΣ, ΑΘΗΝΑ, 2005
17. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/bioklimatikos\\_sxediasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm)

18. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ, ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΩΝ(Ε.ΕΥΑΓΓΕΛΙΝΟΣ,Η.ΖΑΧΑΡΟΠΟΥΛΟΣ), ΠΑΤΡΑ 2003-ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
19. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΓΙΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ, ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ-ΠΑΙΔΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ, 1994
20. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΚΕΛΥΦΗ, ΔΕΝΔΡΙΝΟΥ ΜΑΡΓΑΡΙΤΑ, ΔΙΑΛΕΞΗ, ΕΜΠ,2005
21. <http://www.conferences.gr/fileadmin/dtemplates/eap2006/pdf/egreen.pdf>
22. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/pathitika.htm>
23. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm)
24. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_ameso\\_kerdos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_ameso_kerdos.htm)
25. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_emmeso\\_kerdos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos.htm)
26. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚ/ ΠΑΘΗΤΙΚΑ-ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΒΟΗΘΗΜΑ, ΕΛΕΝΗ ΑΝΔΡΕΑΔΑΚΗ-ΧΡΟΝΑΚΗ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 1985
27. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_emmeso\\_kerdos\\_ilia\\_koi\\_toixoi.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_ilia_koi_toixoi.htm)
28. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_emmeso\\_kerdos\\_ilia\\_kos\\_xoros.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_ilia_kos_xoros.htm)
29. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata\\_emmeso\\_kerdos\\_ilia\\_ko\\_aithrio.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata_emmeso_kerdos_ilia_ko_aithrio.htm)
30. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos.htm)
31. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_psixi\\_edafous.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_psixi_edafous.htm)
32. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_nyxterini\\_aktinobolia.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_nyxterini_aktinobolia.htm)

33. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos.htm)
34. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/hliasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/hliasmos.htm)
35. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_fytemeno\\_doma.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fytemeno_doma.htm)
36. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ:ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ  
[http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate\\_brochure.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate_brochure.pdf)
37. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ-ΤΟ ΕΥΡΩΠΑΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΓΙΑ ΤΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΚΤΙΡΙΑ, ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ,ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ-ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ: ΕΡΩΤΟΚΡΙΤΟΣ Π. ΤΣΙΓΚΑΣ (ΠΡΩΤΟΤΥΠΟ : ENERGY IN ARCHITECTURE-The European Passive Solar Handbook)
38. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ & ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΔΟΜΗΣΗΣ, ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ, ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, 1996
39. <http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf>
40. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_anaklastika.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_anaklastika.htm)
- 41: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_fragma.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fragma.htm)
42. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_aerizomeno\\_kelyfos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm)
43. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_fysikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm)
44. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_ybridikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_ybridikos_aerismos.htm)
45. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_exatmistikos\\_drosismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_exatmistikos_drosismos.htm)
46. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos.htm)
47. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_anoigmata\\_orofis.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_anoigmata_orofis.htm)
48. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_aithria.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_aithria.htm)
49. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_fotagogoi.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_fotagogoi.htm)

50. <http://s-ol-ar.gr/pathtikos.html>
51. <http://www.greenpeace.org/greece/news/25730/89070>
52. ΗΜΕΡΙΔΑ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ, ΚΟΜΟΤΗΝΗ, 2005, ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΕΕ ΘΡΑΚΗΣ, ΕΙΣΗΓΗΣΗ:ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ,ΙΔΙΩΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΧΩΡΟΥ, ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:ΚΩΣΤΑΣ ΚΑΤΣΙΜΙΓΑΣ  
<http://katsimigas.wordpress.com/bioklimatismos/>
53. <http://www.survey.ntua.gr/main/faculty/loc-g.html>
54. ΤΕΧΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ,ΤΟΜΟΣ 2,ΑΙΜΙΛΙΟΥ Γ.ΚΟΡΩΝΑΙΟΥ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΟΥ Ι.ΠΟΥΛΑΚΟΥ,ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ,ΑΘΗΝΑ 2002
55. [http://grbes.phys.uoa.gr/pyth/pdf/eisigiseis\\_ioannina/papadopoulos.pdf](http://grbes.phys.uoa.gr/pyth/pdf/eisigiseis_ioannina/papadopoulos.pdf)
56. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠ-ΚΤΙΡΙΟ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ-ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥΠΟΛΗ ΖΩΓΡΑΦΟΥ, ΟΜΑΔΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ: Φ. ΤΡΙΑΝΤΗ, Φ.ΜΠΟΥΓΙΑΤΩΝΗ, Α.ΟΙΚΟΝΟΜΟΥ,ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2002
57. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ, ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ, ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2007
58. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ, ΑΡΓΥΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ,ΙΟΥΛΙΟΣ 2008
59. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ ΤΟΥ ΕΜΠ, ΤΣΙΚΟΥΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ,ΑΘΗΝΑ, 2007
60. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥ ΑΙΘΡΙΟΥ ΣΤΟ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ, ΑΓΑΠΗΤΟΥ ΣΠΥΡΙΔΟΥΛΑ-ΚΥΡΙΤΣΗ ΗΡΩ,ΑΘΗΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2010
61. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΧΩΡΩΝ, ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΦΑΝΕΙΩΝ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, Ε. ΤΡΙΑΝΤΗ
62. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΣΤΗ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΠΑΤΡΑ, ΜΑΙΟΣ 2007



63. [http://www.cres.gr/kape/kidsol/sun\\_heat/27.htm](http://www.cres.gr/kape/kidsol/sun_heat/27.htm)
64. <http://www.allaboutenergy.gr/HliakiEnergeia.html>
65. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_hlioprostasia.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm)
66. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/hliasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/hliasmos.htm)
67. [http://www.energytraining4europe.org/greek/training/guide\\_eff\\_use/Biobuild\\_05.htm](http://www.energytraining4europe.org/greek/training/guide_eff_use/Biobuild_05.htm)
68. [http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483\\_androutsopoulos.pdf](http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_androutsopoulos.pdf)
69. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/energitika.htm>
70. ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ-ΚΕΝΑΚ, ΝΟΜΟΣ 3661-ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

 <b>ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ</b> <b>ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ</b> Ηρώων Πολυτεχνείου 9 · 157 80 Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου · Τηλ: 210-7721024 FAX: 210-7721572
--

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΤΟΥ Ε.Μ.Π.

#### A. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Ωρα:

Ηλικία   Φύλο :Α  Θ

1.Πού βρίσκεται το γραφείο σας στο κτίριο; Όροφος: Ισόγειο  1<sup>ος</sup>  2<sup>ος</sup>

Προσανατολισμός: Βορράς  Νότος

2.Υπάρχει παράθυρο στο χώρο σας; ΝΑΙ  ΟΧΙ

3.Περίπου πόσο μακριά βρίσκεται το γραφείο σας από το κοντινότερο παράθυρο;

Μέτρα:

4.Ανοίγετε συχνά το παράθυρο στο χώρο σας ; ΝΑΙ  ΟΧΙ

5. Με πόσους άλλου μοιράζεστε το γραφείο σας; Άτομα:

#### B. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΑΣ

1.Πως θα περιγράφατε το επίπεδο θερμικής άνεσης τη στιγμή αυτή;

Κρύο	Δροσερό	Ελαφρώς δροσερό	Ουδέτερο	Μόλις χλιαρό	Χλιαρό	Ζεστό
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.Πως θα βαθμολογούσατε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο γραφείο σας αυτή τη στιγμή;

Απαράδεκτη	<input type="text"/>	Απόλυτα ικανοποιητική
	μόλις κάτω από το αποδεκτό όριο	μόλις αποδεκτή

3.Πως θα περιγράφατε τις εσωτερικές συνθήκες του γραφείου σας αυτή τη στιγμή;

(Τα κουτιά με τονισμένο περίγυρο αντιπροσωπεύουν το ιδανικό σημείο κάθε κλίμακας)

3.α.Θερμοκρασία Άνετη  Δυσάρεστη

3.β.Κίνηση αέρα Στάσιμος  Με πολλά ρεύματα

3.γ.Ποιότητα αέρα Ξηρός  Υγρός

3.δ. Φρέσκος  "Βαρύς"

Αοσμος  Μυρίζει έντονα

3.ε.Φωτισμός	Πολύ σκοτεινά	<input type="checkbox"/>	Πολύ φωτεινά
3.στ.	Σταθερός	<input type="checkbox"/>	Με πολλές διακυμάνσεις
3.ζ.	Δεν προξενεί θάμπωμα	<input type="checkbox"/>	Προξενεί θάμπωμα
3.η.	Ομοίομορφος	<input type="checkbox"/>	Ανόμοιος
3.θ.	Γενικά ικανοποιητικός	<input type="checkbox"/>	Γενικά απαράδεκτος
3.ι.Θόρυβος	Καθόλου θόρυβος από το σύστ.εξασφ.	<input type="checkbox"/>	Υπερβολικός θόρυβος από το σύστημα εξασφισμού
3.κ.	Κανένας άλλος θόρυβος	<input type="checkbox"/>	Πολλοί άλλοι θόρυβοι
3.λ.	Γενικά ικανοποιητικός	<input type="checkbox"/>	Γενικά μη ικανοποιητικός

#### Γ. ΑΛΛΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΚΟΥ ΣΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Στο γραφείο σας πόσο μπορείτε να ελέγξετε τα παρακάτω;

1.Θερμοκρασία	Καθόλου	<input type="checkbox"/>	Πλήρως						
2.Αερισμός	Καθόλου	<input type="checkbox"/>	Πλήρως						
3.Φωτισμός	Καθόλου	<input type="checkbox"/>	Πλήρως						
4.Πως θα περιγράφατε τις συνθήκες καθαριότητας στο γραφείο σας;	Απαράδεκτες	<input type="checkbox"/>	Ικανοποιητικές						
5.Υπάρχουν καπνιστές στο άμεσο εργασιακό περιβάλλον ;								ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>
6.Σχόλια για άλλα θέματα σχετικά με το εργασιακό σας περιβάλλον									

#### Δ. ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΕΑΥΤΟ ΣΑΣ

1.Έχετε προβλήματα άσθματος;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
2.Έχετε υποφέρει ποτέ από έκζεμα;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
3.Έχετε υποφέρει ποτέ από αλλεργίες;	ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
4.Είστε καπνιστής; ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	Καπνίζετε σ' αυτό το δωμάτιο; ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	
	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>	Έχετε καπνίσει κανονικά στο παρελθόν; ΝΑΙ <input type="checkbox"/>	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>

Όνομα:.....(Προαιρετικά)