

Τίτλος: ΥΠΟΣΚΑΦΕΣ ΠΟΛΥ-ΓΕΝΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Φοιτητής: Αδάμ-Κωνσταντίνος Κωνσταντίνου
Επιβλέποντες καθηγητές: Στυλίδης Ιορδάνης, Τσαγκρασούλης Αριστείδης
Τμήμα Αρχιτεκτόνων-Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Φεβρουάριος 2014

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη υπόσκαφων κατοικιών γύρω από ένα μεγάλο κεντρικό αίθριο λίγο πιο έξω από τη Λάρισα και η εξερεύνηση των λειτουργιών και των συνδέσμων που δημιουργούνται σε ένα περιβάλλον με πολλαπλά επίπεδα κατοίκησης και εναλλασσόμενα επίπεδα ιδιωτικότητας. Παράλληλα, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στον περιορισμό του ενεργειακού αποτυπώματος του συγκροτήματος μέσω του σχεδιασμού και της στρατηγικής τοποθέτησης των κατοικιών, έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η διατήρηση της ενέργειας από το έδαφος και η προστασία από τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία.

Τοποθεσία

Το οικόπεδο βρίσκεται 1 km από το Πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Λάρισας, λίγο έξω από τα νοτιοδυτικά όρια της πόλης. Η περιοχή γύρω από το οικόπεδο αποτελείται από μεγάλα αγροτεμάχια με καλλιέργειες. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να κάνουν την εμφάνισή τους και κατοικίες.

Μοντέλο Λειτουργίας / Υπόθεση Εργασίας

Μέσα στο οικόπεδο αυτό θα λειτουργήσει μια σύγχρονη εκδοχή του πολυ-γενειακού μοντέλου που στο παρελθόν συναντούσαμε κατά βάση στην Ελληνική καθημερινότητα. Έτσι έχουμε δύο νέες οικογένειες ζευγαριών με δύο παιδιά το καθένα και δύο πιο ηλικιωμένα ζευγάρια που καλούνται να συμβιώσουν και να υποστηρίξουν ο ένας τον άλλον, κρατώντας στενές σχέσεις μεταξύ των μελών τους.

Στο παρελθόν οι σχέσεις αυτές δεν ήταν απαραίτητες ειλικρινείς αλλά ήταν και αποτέλεσμα της οικονομικής δυσχέρειας. Όμως και σήμερα αναδεικνύεται μια τέτοια ανάγκη, αν όχι απλώς η ανάγκη να βρίσκεται ο ένας πιο κοντά στον άλλον.

Τρόπος Λειτουργίας και Συμβίωσης

Αυτή η συμβίωση δε λειτουργεί με τους όρους του παρελθόντος αλλά ακολουθεί τις ανάγκες της εποχής. Για τον λόγο αυτόν γίνεται προσπάθεια για τη διαβάθμιση της ιδιωτικότητας από το κεντρικό αίθριο/αυλή προς την κατοικία και στη συνέχεια προς το ιδιαίτερο αίθριο της κάθε κατοικίας αλλά και στον υπέργειο χώρο που διαθέτει

Στρατηγική Τοποθεσίας και Ενεργειακή Εξοικονόμηση

Η τοποθεσία με την υψομετρική διαφορά επιλέχθηκε εξ'αρχής, ώστε να δίνει τη δυνατότητα για τοποθέτηση των κτισμάτων σε ελαφρώς διαφορετικά επίπεδα. Ο προσανατολισμός του οικοπέδου και η τοποθέτηση των κατοικιών μέσα σε αυτό, έγινε με πρόθεση τη μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού, όσο αυτό επιτρέπεται σε ένα υπόσκαφο συγκρότημα που το μεγαλύτερο μέρος της τειχοποιίας του βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.

Βεβαίως, η μεγαλύτερη προσπάθεια έγινε στην εξισορρόπηση μεταξύ της ικανοποίησης της ανάγκης για επικοινωνία του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου και της ανάγκης για περιορισμό του ενεργειακού αποτυπώματος και τη διατήρηση ενέργειας μέσω του εδάφους, το καλοκαίρι αλλά και το χειμώνα, κάτι που θα βοηθήσει το συγκρότημα να έχει πολύ χαμηλότερες απαιτήσεις σε ενέργεια. Επίσης, μέσω της διαμόρφωσης του

κεντρικού αλλά και των πιο ιδιωτικών αίθριων με δέντρα και φυτά και της σχεδίασης των κατοικιών ώστε να είναι εύκολος ο διαμπερής αερισμός, δίνονται οι προϋποθέσεις για ένα άνετο περιβάλλον, δροσερό το καλοκαίρι και εύκολα θερμαινόμενο το χειμώνα.

Η μελέτη των ενεργειακών αναγκών έγινε με μοντελοποίηση στο πρόγραμμα Design Builder. Χρησιμοποιήθηκαν οι προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ για τις τιμές αερισμού, χρηστών και φωτισμού. Έχοντας τελειώσει τη μοντελοποίηση των κτηρίων των κατοικιών της μελέτης, αλλάχθηκαν τα Uvalue ώστε να συναντώνται τα ελάχιστα όρια που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (μοντελοποιώντας ουσιαστικά το κτήριο αναφοράς). Έτσι είναι δυνατή η άμεση σύγκριση των διαγραμμάτων θερμοκρασίας, ενεργειακής απαίτησης και φορτίου της κάθε κατοικίας ξεχωριστά για να φανεί πόση εξοικονόμηση ενέργειας πετυχαίνει ένας τέτοιος σχεδιασμός και να συγκριθούν και τα μεγέθη της διαστασιολόγησης του συστήματος.

Τελικά, δεν είναι μόνο το θέμα της οικονομίας σε ενέργεια και κόστος αλλά αυτό που προσφέρει μια τέτοια υπόσκαφη κατοικία είναι η πολύ χαμηλή αυξομείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του. Αυτό οφείλεται στην αδράνεια της μάζας του εδάφους αλλά και της κατασκευής, κάτι που το κτήριο αναφοράς δε διαθέτει.

Title: Earth-Sheltered Multi-generation Houses

Student: Adam-Konstantinos Konstantinou

Supervising professors: Stilidis Iordanis, Tsagkrasoulis Aristeidis

Department of Architecture – Engineering University of Thessaly

February 2014

The Subject of this dissertation

The focus of this dissertation will be in the research and study of an underground housing complex based around a large atrium, just outside of the city of Larisa and the exploration of the links that are created in an environment with multiple floor levels and varying degrees of privacy. At the same time, great consideration is being put into the size of the complex's energy footprint and the strategical planning of the houses so that the earth's capacity for conservation of energy is being used, along with the provision of wind and solar-ray shelter.

Location

The site is located 1km from the University Hospital of Larisa, just outside of its south-western borders. The area around the site is mostly comprised of large agricultural fields. The northern part of a hill has been selected as the site, so that it is protected from north chill winds and to provide the necessary incline so we can bury the housing complex underneath but still have space to create small elevations between areas.

Case study

In this site there will be modern version of a multi-generation family, which is a model that was the norm in the Greece's recent past. In this case we will have two families with two children each, living alongside two more elderly couples. These people are going to live together to help and support each other, while strengthening the family bonds. In the past these relations were not necessarily the product of care and honesty, but in some cases were a need to overcome the hardships of life. Such a need also begin to be identified in this age, if not only the need to be closer to each other and to family.

Function and Living

This symbiosis doesn't function in the same way as in the past, but follows the rules and needs of today. For this reason, we strive to create a gradual change in privacy, from the central courtyard to the main housing area and from there on to each house's private courtyard and then to the space above ground.

Topography of the area and Energy Savings

The site, with its difference in elevation, was purposely chosen in order to provide the incline needed for the arrangement of the houses in such a way that it would create levels. The orientation of the site and of the houses in it, was informed by the natural properties of the area, to maximise natural lighting, however that may be achieved in an earth sheltered building, the larger part of which is in direct contact with the ground.

However, the greatest concern was to strike a good balance between satisfying the need for connecting the inner with the outer space and the need to minimise the houses' energy footprint while maximising the conservation of energy that the earth amply supplies. Moreover, the courtyard and the generally narrow depth of the house floor plans, cross-sectional currents will encourage the circulation of air, providing drafts during the summer.

The energy study was done by constructing the 3D model inside Design Builder, an energy evaluation program. The minimum requirements by the Code of Energy Performance of Buildings (K.EN.A.K.) were used for infiltration, HVAC air supply, number of people and required lighting. After finishing all the buildings' energy evaluation, the U values get switched with the minimum allowed values, thus creating an energy model of the reference building (minimum allowed values for our building). This way, it is possible to directly compare temperature diagrams, energy demand and loads for every house individually, so we can get a better sense of how much energy the building is going to be saving, along with the size of the HVAC required in each case.

Ultimately, it's not just about energy savings and cutting down the cost of running. An earth-shelter provides comfort with ease, in the form of very low air temperature influx throughout the year, when compared to a regular building. This is the effect of the energetic inertia of the earth's mass and also the thermal mass properties of the building, something reference building does not have.

Τίτλος: ΥΠΟΣΚΑΦΕΣ ΠΟΛΥ-ΓΕΝΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Φοιτητής: Αδάμ-Κωνσταντίνος Κωνσταντίνου

Επιβλέποντες καθηγητές: Στυλίδης Ιορδάνης, Τσαγκρασούλης Αριστείδης

Τμήμα Αρχιτεκτόνων-Μηχανικών Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Φεβρουάριος 2014

Αντικείμενο της Διπλωματικής Εργασίας

Το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται η διπλωματική εργασία είναι η μελέτη υπόσκαφων κατοικιών γύρω από ένα μεγάλο κεντρικό αίθριο λίγο πιο έξω από τη Λάρισα και η εξερεύνηση των λειτουργιών και των συνδέσμων που δημιουργούνται σε ένα περιβάλλον με πολλαπλά επίπεδα κατοίκησης και εναλλασσόμενα επίπεδα ιδιωτικότητας. Παράλληλα, δίδεται ιδιαίτερη έμφαση στον περιορισμό του ενεργειακού αποτυπώματος του συγκροτήματος μέσω του σχεδιασμού και της στρατηγικής τοποθέτησης των κατοικιών, έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η διατήρηση της ενέργειας από το έδαφος και η προστασία από τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία.



TOMH B-B



Τοποθεσία

Το οικόπεδο βρίσκεται 1.00 km από το Πανεπιστημιακό νοσοκομείο της Λάρισας, λίγο έξω από τα νοτιοδυτικά όρια της πόλης. Η περιοχή γύρω από το οικόπεδο αποτελείται από μεγάλα αγροτεμάχια με καλλιέργειες. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να κάνουν την εμφάνισή τους και κατοικίες.

Επιλέχθηκε το νότιο τμήμα ενός λόφου, ώστε να προστατέψει το συγκρότημα από βόρειους ανέμους και να βοηθήσει την τοποθέτηση του μέσα στη γη, με μια υψομετρική διαφορά 6.00m.



Πανοραμική άποψη του οικοπέδου όπου είναι εμφανής και η κλίση του εδάφους

Μοντέλο Λειτουργίας / Υπόθεση Εργασίας

Μέσα στο οικόπεδο αυτό θα λειτουργήσει μια σύγχρονη εκδοχή του πολυ-γενειακού μοντέλου που στο παρελθόν συναντούσαμε κατά βάση στην Ελληνική καθημερινότητα. Έτσι έχουμε δύο νέες οικογένειες ζευγαριών με δύο παιδιά το καθένα και δύο πιο ηλικιωμένα ζευγάρια που καλούνται να συμβιώσουν και να υποστηρίξουν ο ένας τον άλλον, κρατώντας στενές σχέσεις μεταξύ των μελών τους.

Στο παρελθόν οι σχέσεις αυτές δεν ήταν απαραίτητως ειλικρινείς αλλά ήταν και αποτέλεσμα της οικονομικής δυσχέρειας. Όμως και σήμερα αναδεικνύεται μια τέτοια ανάγκη, αν όχι απλώς η ανάγκη να βρίσκεται ο ένας πιο κοντά στον άλλον.

Τρόπος Λειτουργίας και Συμβίωσης

Αυτή η συμβίωση δε λειτουργεί με τους όρους του παρελθόντος αλλά ακολουθεί τις ανάγκες της εποχής. Για τον λόγο αυτόν γίνεται προσπάθεια για τη διαβάθμιση της ιδιωτικότητας από το κεντρικό αίθριο/αυλή προς την κατοικία και στη συνέχεια προς το ιδιαίτερο αίθριο της κάθε κατοικίας αλλά και στον υπέργειο χώρο που διαθέτει. Έτσι έχουμε μια μετάβαση από το δημόσιο προς τον ιδιωτικό χώρο και ξανά σε έναν ημι-ιδιωτικό και στη συνέχεια ημι-δημόσιο χώρο με την όποια έκθεση σε θεάσεις και ενοχλήσεις μπορεί να σημαίνει όλη αυτή η διαδοχή.

Με τον σεβασμό της ιδιωτικότητας της κάθε οικογένειας ξεχωριστά, αλλά και την δυνατότητα για κοινή ζωή, αναπτύσσονται προϋποθέσεις για υγιείς σχέσεις ανάμεσα στα μέλη των γενεών αυτής της διευρυμένης οικογένειας. Για την ικανοποίηση αυτών των αναγκών η κάθε κατοικία έχει από ένα μικρό αίθριο, ένα υπόγειο που θα υποστηρίξει κυρίως ανάγκες ψυχαγωγίας και έναν υπέργειο χώρο με μεγάλη διαφάνεια για άμεση επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον για διάβασμα, εργασία και παιχνίδι.

Έμφαση δόθηκε και στη δημιουργία επικοινωνίας των δύο μεγαλύτερων κατοικιών, όχι μόνο μέσω του κεντρικού αίθριου αλλά και μέσω των δύο δευτερευόντων αίθριων που διαθέτει η κάθε μία. Εκτός από το δικό τους πιο απομονωμένο αίθριο, υπάρχει κι ένα δεύτερο. Στην ένωσή τους, κάτω από την δυτική κλίμακα που οδηγεί στο φυσικό επίπεδο της εδάφους, δημιουργείται ένας πιο δημόσιος καθιστικός χώρος. Είναι ορατός εν μέρει από το κεντρικό αίθριο, αλλά είναι κρυμμένος πίσω από χαμηλή φύτευση και αλλαγή επιπέδου με κλίμακα 1m. Δημιουργούνται λοιπόν μικρές γωνιές, όπου γίνεται κάτι διαφορετικό σε μια ενδιάμεση κατάσταση ιδιωτικότητας.

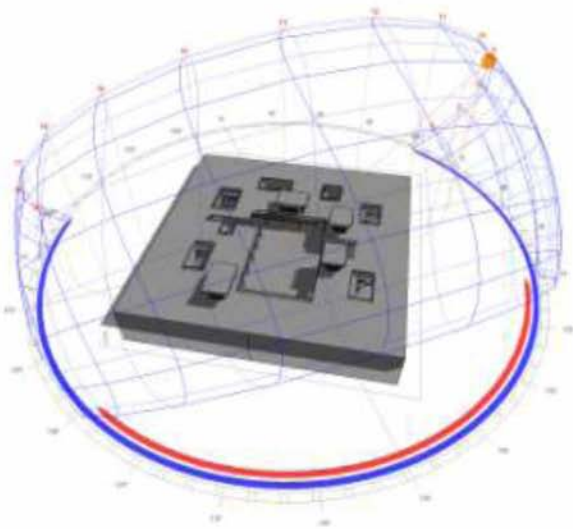


ΚΑΤΟΨΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

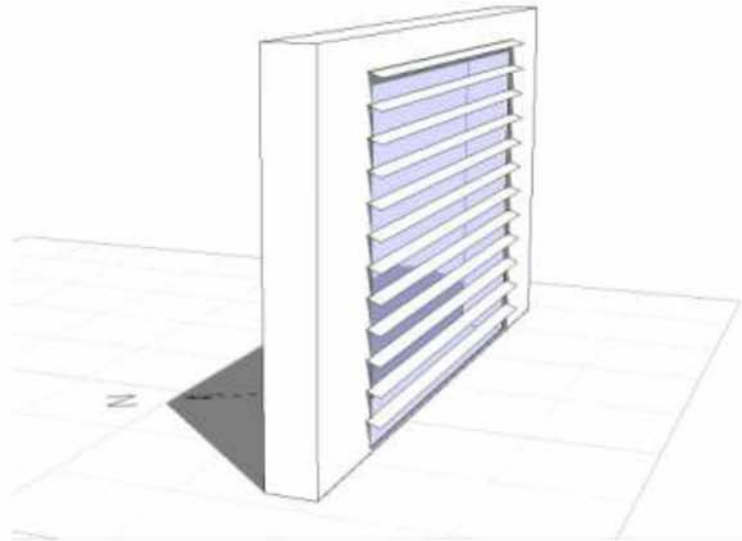
Στρατηγική Τοποθεσίας και Ενεργειακή Εξοικονόμηση

Η τοποθεσία με την υψομετρική διαφορά επιλέχθηκε εξ'αρχής, ώστε να δίνει τη δυνατότητα για τοποθέτηση των κτισμάτων σε ελαφρώς διαφορετικά επίπεδα. Ο προσανατολισμός του οικοπέδου και η τοποθέτηση των κατοικιών μέσα σε αυτό, έγινε με πρόθεση τη μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού, όσο αυτό επιτρέπεται σε ένα υπόσκαφο συγκρότημα που το μεγαλύτερο μέρος της τειχοποιίας του βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος.

Βεβαίως, η μεγαλύτερη προσπάθεια έγινε στην εξισορρόπηση μεταξύ της ικανοποίησης της ανάγκης για επικοινωνία του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου, άρα και ύπαρξη διαφάνειας με ό,τι συνεπάγεται αυτό για την ενεργειακή απόδοση των κατοικιών, και της ανάγκης για περιορισμό του ενεργειακού αποτυλώματος και τη διατήρηση ενέργειας μέσω του εδάφους, το καλοκαίρι αλλά και το χειμώνα, κάτι που θα βοηθήσει το συγκρότημα να έχει πολύ χαμηλότερες απαιτήσεις σε ενέργεια. Επίσης, μέσω της διαμόρφωσης του κεντρικού αλλά και των πιο ιδιωτικών αίθριων με δέντρα και φυτά και της σχεδίασης των κατοικιών ώστε να είναι εύκολος ο διαμπερής αερισμός, δίνονται οι προϋποθέσεις για ένα άνετο περιβάλλον, δροσερό το καλοκαίρι και εύκολα θερμαινόμενο το χειμώνα.

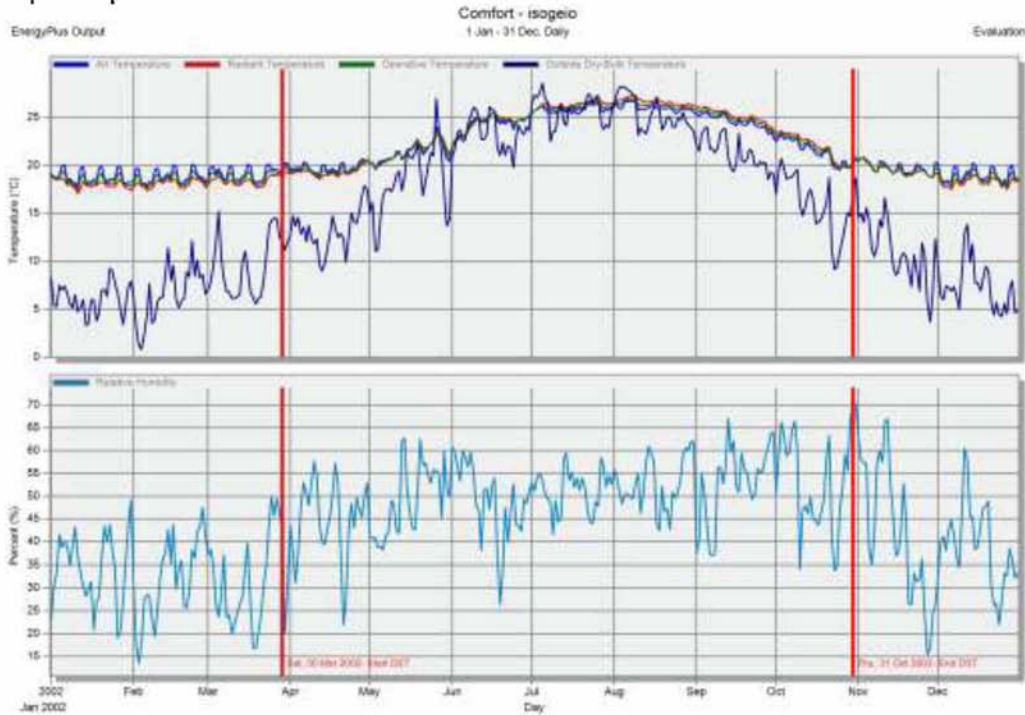


Ηλιακό διάγραμμα με διάγραμμα με Ecotect



Υπολογισμός συντελεστή σκίασης με Solar Tool

Η μοντελοποίηση για τη μελέτη των ενεργειακών αναγκών έγινε στο πρόγραμμα Design Builder. Χρησιμοποιήθηκαν οι προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ για τις τιμές αερισμού, χρηστώνκαι φωτισμού.



Διάγραμμα ετήσιων θερμοκρασιών ανά ημέρα (επάνω), καθώς και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (κάτω)

Έχοντας τελειώσει τη μοντελοποίηση των κτηρίων των κατοικιών της μελέτης, αλλάχθηκαν τα Uvalue ώστε να συναντώνται τα ελάχιστα όρια που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. (μοντελοποιώντας ουσιαστικά το κτήριο αναφοράς). Έτσι είναι δυνατή η άμεση σύγκριση των διαγραμμάτων θερμοκρασίας, ενεργειακής απαίτησης και φορτίου της κάθε κατοικίας ξεχωριστά για να φανεί πόση εξοικονόμηση ενέργειας πετυχαίνει ένας τέτοιος σχεδιασμός και να συγκριθούν και τα μεγέθη της διαστασιολόγησης του συστήματος.

Το εντυπωσιακό και στις δύο περιπτώσεις είναι, πως ακόμη και το κτήριο αναφοράς έχει πολύ μικρή απαίτηση για ψύξη, κάτι που είναι επακόλουθο της απόφασης ένα πολύ μεγάλο μέρος του συγκροτήματος να καλύπτεται από το έδαφος.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι κατοικίες λειτουργούν καλύτερα από το κτήριο αναφοράς, λόγω της θερμικής μάζας που προβλέφθηκε, της μεγαλύτερης μόνωσης στα στοιχεία τους, στην επιλογή υαλοπινάκων με υψηλή αντίσταση στην ακτινοβολία και στη στρατηγική επιλογή σκιάστρων και προβόλων όπου είναι μεγάλη η έκθεση στον ήλιο.

ΚΤΗΡΙΑ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

	Φορτίο Θέρμανσης kWh/m ²	Φορτίο Ψύξης kWh/m ²	Μέγιστο Φορτίο W/m ²	Απαιτούμενο Σύστημα kW (προσαύξηση x1.2)
κτήριο 1 (350m ²)	57.00	5.10	24.80	10.50
κτήριο 2 (238m ²)	61.60	4.21	27.10	7.70
κτήριο 3 (350m ²)	56.36	6.55	25.24	10.60
κτήριο 4 (238m ²)	62.76	4.47	27.71	7.90

ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

	Φορτίο Θέρμανσης kWh/m ²	Φορτίο Ψύξης kWh/m ²	Μέγιστο Φορτίο W/m ²	Απαιτούμενο Σύστημα kW (προσαύξηση x1.2)
κτήριο 1 (350m ²)	85.60	5.30	37.25	15.65
κτήριο 2 (238m ²)	95.50	4.73	38.75	11.06
κτήριο 3 (350m ²)	86.25	6.80	37.41	15.70
κτήριο 4 (238m ²)	91.00	6.47	37.30	10.65

Στο κτήριο 2 το φορτίο θέρμανσης υπολογίζεται στα 61.60kWh/m² σε σύγκριση τα 95.50kWh/m² του κτηρίου αναφοράς του, δηλαδή 36% λιγότερο. Τα νούμερα για τη ψύξη είναι αντιστοίχως 4.21kWh/m² και 4.73kWh/m². Η μικρή αυτή διαφορά και οι χαμηλές τιμές για τη ψύξη οφείλονται στη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους και της διατήρησης της σε χαμηλά επίπεδα σε σχέση με αυτήν του αέρα, λόγω και του βυθίσματος του συγκροτήματος σε αυτό, καθιστώντας την ψύξη αχρείαστη, εκτός από την περίπτωση των υπέργειων δωματίων. Το αποτέλεσμα είναι το απαιτούμενο σύστημα να διαστασιολογείται στα 7.70kW (έχει γίνει προσαύξηση της τάξεως του 1.2), ενώ του κτηρίου αναφοράς να είναι 11kW.

Βεβαίως, δεν είναι μόνο το θέμα της οικονομίας σε ενέργεια και κόστος αλλά κάτι που προσφέρει μια τέτοια υπόσκαφη κατοικία είναι η πολύ χαμηλή αυξομείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του. Αυτό οφείλεται στην αδράνεια της μάζας του εδάφους αλλά και της κατασκευής, κάτι που δεν έχει το κτήριο αναφοράς και που συνεπάγεται μεγαλύτερες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας.