



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**“Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων”**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Η συμβολή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και των ΑΠΕ στα  
Zero Energy Buildings – ZEB”**

**Του Μεταπτυχιακού Φοιτητή**

**Στεφάνου Α. Μελισουργού**

**Επιβλέπων**

**Παντελής Μαλατέστας, Καθηγητής ΠΑΔΑ**

**ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**“Η συμβολή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και των ΑΠΕ στα  
Zero Energy Buildings – ZEB”**

**Στέφανος Α. Μελισσουργός**

**A.M. 80**

**Επιβλέπων**

**Παντελής Μαλατέστας, Καθηγητής ΠΑΔΑ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Παντελής Μαλατέστας, Καθηγητής ΠΑΔΑ**

**Καραϊσάς Πέτρος, Επίκουρος Καθηγητής ΠΑΔΑ**

**Πάχος Παύλος, Λέκτορας Εφαρμογών ΠΑΔΑ**

**ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

## **“Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων”**

**Μεταπτυχιακή Εργασία: “Η συμβολή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και των ΑΠΕ στα Zero Energy Buildings – ZEB”**

**Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Στέφανος Α. Μελισσουργός**

**Επιβλέπων: Παντελής Μαλατέστας, Καθηγητής ΠΑΔΑ**

**Ακαδημαϊκό Έτος:2016-17**

### **ΣΥΝΟΨΗ**

Σε αυτή την βιβλιογραφική Διπλωματική εργασία, έγινε προσπάθεια να αναδειχθούν τα Zero Energy Buildings - ZEB ως ένας σημαντικός παράγοντας για την προστασία του περιβάλλοντος και κατά συνέπεια την παράταση της ζωής του πλανήτη Γη. Φυσικά, για την επίτευξη αυτού του στόχου, πρέπει να αξιοποιηθούν οι τεχνολογίες και οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και ειδικότερα των Υλικών. Τα σύγχρονα υλικά και η αξιοποίηση του φυσικού περιβάλλοντος συντελούν στην υψηλή ενεργειακή κατηγορία της κατασκευής η οποία συνοδεύεται με σημαντική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για την υποστήριξη της λειτουργίας των κτηρίων και των συνθηκών άνεσης των ανθρώπων που βρίσκονται εντός ή στον περιβάλλοντα χώρο αυτών. Θα παρατηρήσει κανείς ότι ανάλογα με τις γεωγραφικές συντεταγμένες της περιοχής, οι Μηχανικοί είναι υποχρεωμένοι να προσαρμόσουν την κατασκευή και να καταφέρουν να πείσουν τους ιδιοκτήτες τους για το νέο αυτό σχεδιασμό των κτηρίων. Θα έλεγε κανείς ότι αυτό θα ήταν σχετικά εύκολο αν μιλούσαμε για Κράτη τα οποία δεν έχουν μετανάστες, οι οποίοι πάντα θα έχουν στο μυαλό τους την κουλτούρα, την αρχιτεκτονική κλπ των Κρατών Τους και πολλές φορές είναι σχετικά δύσκολο να προσαρμοστούν στα νέα δεδομένα. Ευτυχώς όμως, η παρατήρηση και σε πολλές περιπτώσεις οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες, αναγκάζουν όλους τους ανθρώπους να αναγνωρίσουν την ανάγκη για το κάθε τι. Σε κάθε περίπτωση, όσο γρηγορότερα καταλάβουμε ότι η διάρκεια της ζωής μας είναι εξαιρετικά μικρότερη από τη διάρκεια ζωής της Γης και ότι οφείλουμε να παραδώσουμε στις επόμενες γενεές τον Πλανήτη σε καλύτερη κατάσταση απ’ ότι τον βρήκαμε, τόσο το καλύτερο για όλους εμάς. Σημείο κλειδί σε αυτό είναι η κατανόηση της διαφοράς μεταξύ του τι θέλουμε και του τι χρειαζόμαστε στη ζωή μας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια της ανάγκης για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στο μερίδιο που αφορά τον κτηριακό τομέα, προέκυψε η ιδέα της δημιουργίας κτηρίων υψηλής ενεργειακής κλάσης με μηδενική κατανάλωση ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, δηλαδή τα ZEB ή τα nZEB.

Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδος, ως Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης - ΕΕ που ακολουθεί τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, εστιάζεται σε δυο παράλληλους <δρόμους>. Ο πρώτος παράλληλος, αφορά την εξεύρεση, την εξασφάλιση και τη διαχείριση των ενεργειακών Τους πόρων, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η αξιόπιστη και οικονομικά συμφέρουσα, από κάθε πλευρά, κάλυψη των ενεργειακών Τους αναγκών, ανεξαρτήτως των πιθανών ενεργειακών κρίσεων. Ο δεύτερος παράλληλος, και σημαντικότερος, την προστασία του περιβάλλοντος. Η ΕΕ επενδύει σημαντικά ποσά πάνω στην εξοικονόμηση της ενέργειας και της ορθής χρήσης της, διότι ο στόχος για την προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί στόχο ζωής για ολόκληρο τον Πλανήτη!

Για την υποστήριξη της ιδέας και της υλοποίησης των ZEB απαιτείται συνεχή έρευνα, μέσω της οποίας θα παραχθεί το καινοτόμο, σχετικά με τα παρακάτω τεχνολογικά σημεία: Την παραγωγή και την διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας με έμφαση στις ΑΠΕ και τα έξυπνα δίκτυα (smart grid). Την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ενεργειακά αναβαθμισμένων τεχνολογιών και της ορθολογικής χρήσης της. Τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή και την με μέτρο εξόρυξη των ορυκτών πόρων, παράλληλα με τη δημόσια υγεία. Τα Οικονομικά της Ενέργειας. Την αξιοποίηση της έρευνας στην τεχνολογία των υλικών. Τη χωροταξία και την αστική ανάπτυξη με έμφαση στην αποκέντρωση του πληθυσμού.

Ο κτηριακός τομέας χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τον οικιακό και τον επαγγελματικό. Από στατιστικά στοιχεία γνωρίζουμε ότι τα κτήρια απορροφούν περίπου το 40% της παραγομένης ενέργειας, 22% οι κατοικίες και 18% τα επαγγελματικά κτήρια. Ο κτηριακός τομέας είναι ο μεγαλύτερος τομέας κατανάλωσης ενέργειας, η μεγαλύτερη αιτία εκπομπών CO<sub>2</sub>, ενώ ακολουθούν ο τομέας των μεταφορών με 27% και η βιομηχανία με 33%. Η ευκαιρία για την προστασία του Πλανήτη έρχεται από το γεγονός ότι παρά των δυσμενών εκπομπών ρύπων και της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας, ο κτηριακός τομέας (κατοικίες και επαγγελματικά κτήρια) προσφέρει δυνατότητες περιορισμού αυτών, αξιοποιώντας νέα υλικά και νέες τεχνολογίες.

Όπως έχει αναφερθεί, για την υλοποίηση nZEB, ZEB ή γενικότερα των παθητικών κτηρίων, είναι απαραίτητη η εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής για την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών τους αναγκών και την προσαρμογή τους στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις. Με την έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που λαμβάνει μεταξύ άλλων υπόψη του την τοπογραφία και τον προσανατολισμό του οικοπέδου, το μικροκλίμα της περιοχής, κατά τέτοιο τρόπο, που αφενός να περιορίζει τις επιπτώσεις από την επίδρασή τους στο κέλυφος του κτηρίου και αφετέρου να τα αξιοποιεί στην επίτευξη των συνθηκών της θερμικής άνεσης και της υγιεινής διαβίωσης των ανθρώπων στο εσωτερικό του και στον περιβάλλοντα χώρο του. Αφού επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του κτηρίου μέσω των παθητικών τεχνολογιών αλλά και της χρήσης συσκευών υψηλής ενεργειακής κλάσης, οι υπόλοιπες ενεργειακές απαιτήσεις καλύπτονται από ΑΠΕ. Τότε μόνο αποκτά ουσιαστικό νόημα η εγκατάσταση συστημάτων αξιοποίησης των ΑΠΕ και το κτήριο έχει πραγματικά μηδενικό ή σχεδόν μηδενικό οικολογικό αποτύπωμα.

Αξιοσημείωτο, επίσης, είναι το γεγονός ότι μια αποτυχημένη αρχιτεκτονική κατασκευή όχι μόνο δεν ευνοεί την ψυχική ισορροπία του ατόμου αλλά προκαλεί πολλές ασθένειες και δυσλειτουργίες στον οργανισμό. Η καλή αρχιτεκτονική είναι απαραίτητα και βιοκλιματική.

Η έννοια ενός κτηρίου μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας ή μηδενικών εκπομπών ρύπων δεν είναι καινούρια. Χρησιμοποιείται ήδη από το 1970, ωστόσο όμως, μετά το 2000 το παγκόσμιο ενδιαφέρον στράφηκε στα ZEB ως μια ακόμη ελπίδα για την αποφυγή της καταστροφής του Πλανήτη Γη, καθώς αποτελεί έναν εφικτό παράγοντα για τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της ζωής των λόγω της μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων τους, και για την υποστήριξη αυτής της ιδέας αναπτύχθηκαν πολλά εθνικά και διεθνή προγράμματα για τη μελέτη και την υλοποίησή τους. Τα ZEB πιθανώς να αποτελέσουν την μελλοντική κατευθυντήρια γραμμή για τα κτήρια.

Διατάξεις ενεργητικής & παθητικής τεχνολογίας για την υποστήριξη των ZEB, nZEB. Στο state of the art των τεχνολογιών, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, την συλλογή και την αποθήκευση της ενέργειας, είναι το energy harvesting. Σε αυτή την τεχνολογία, συμβάλουν η μικροηλεκτρονική και η νανοτεχνολογία με τα Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) και τα Nano Electro Mechanical Systems (NEMS). Ο διακαής πόθος της υλοποίησης του στόχου για το <καθαρό μηδέν>, όσον αφορά το ισοζύγιο της ενέργειας, ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τα ZEB και απαιτεί πάντα την αξιοποίηση του state of the art της τεχνολογίας.

Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα και προβληματισμοί σχετικά με τα ZEB, nZEB: Το σημαντικότερο όλων, ότι θα δοθεί παράταση στη διάρκεια ζωής του Πλανήτη Γη. Πλήθος κατοικιών που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα. Τα κτήρια υψηλής απόδοσης και χαμηλής / μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας απαιτούν ολοκληρωμένη διαδικασία σχεδιασμού και παράδοσης κτιρίων. Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός κτηρίων απαιτεί μια νέα προσέγγιση με επίκεντρο την επικοινωνία και την τεκμηρίωση. Τα προηγμένα ολοκληρωμένα εργαλεία σχεδίασης κτιρίων είναι διαθέσιμα και είναι σύγχρονα. Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός κτηρίων έχει τη δυνατότητα για βελτιστοποιημένα κτήρια όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας, την άνεση, τη λειτουργικότητα και το κόστος.

**Θεματική περιοχή:** Ενέργεια και Αρχιτεκτονική

**Λέξεις κλειδιά:** Κτήρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, Υλικά, Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**

**“Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων”**

**POST-GRADUATE-THESIS: “ The contribution of bioclimatic architecture and renewables on Zero Energy Buildings – ZEB”**

**STUDENT: Stefanos A. Melissourgos**

**SUPERVISOR: Pantelis Malatestas, Professor of UNIWA**

**ACADEMIC YEAR: 2016-17**

## **ABSTRACT**

In this bibliographic thesis, an attempt was made to highlight the Zero Energy Building – ZEB as an important factor for the protection of the environment and thus the prolongation of the life of the planet Earth. Of course, in order to achieve this objective, the technologies and principles of bioclimatic architecture, renewable energy sources and, in particular, materials must be exploited. The modern materials and the utilization of the natural environment contribute to the high energy category of the construction which is accompanied by a significant reduction of energy consumption to support the operation of buildings and the comfort conditions of Within or in the surrounding area. One will notice that depending on the geographical coordinates of the area, engineers are obliged to adapt the construction and manage to convince their owners of this new design of buildings. You would think that this would be relatively easy if we were talking about states that do not have immigrants, who will always have in mind the culture, architecture etc. of their states and often it is relatively difficult to adapt to the new data. Fortunately, however, the observation and in many cases the extreme climatic conditions, cause all people to acknowledge the need for everything. In any case, the sooner we realize that our lifetime is far less than the life of the earth and that we must deliver to the next generations the planet in a better condition than we found it, the better for all Us. Key point in this is understanding the difference between what we want and what we need in our lives.

## SUMMARY

In the context of the need to reduce energy consumption in the share of the building sector, the idea of building high energy class buildings with zero energy consumption of conventional fuels, i.e. ZEB or nZEB, emerged. The energy policy of Greece, as a member of the European Union EU following the European directives, it focuses on two parallel: The first parallel concerns the finding, securing and management of energy resources, in order to ensure the reliable and economically advantageous coverage of their energy needs, irrespective of the possible energy crises. The second parallel, and most important, the protection of the environment. The EU invests significant amounts of On energy savings and fair use, because the objective of protecting the environment is a life goal for the whole planet!

In support of the idea and the implementation of ZEB, continuous research is required, through which the innovative, on the following technological points will be produced: The production and management of electricity with emphasis on RES and smart grids (smart grid). Energy savings through energy-enhanced technologies and the rational use of: The impacts of climate change and the measure mining of fossil resources alongside public health. Energy Economics. The exploitation of research in materials technology. Spatial planning and urban development with an emphasis on decentralising the population.

The building sector is divided into two major categories, the home and the professional. From statistics we know that buildings absorb about 40% of electrical energy, 22% dwellings and 18% professional buildings. The building sector is the largest energy consumption sector, the biggest cause of CO<sub>2</sub> emissions, followed by the transport sector with 27% and industry with 33%. The opportunity to protect the planet comes from the fact that despite adverse emissions and high energy consumption, the building sector (residential and commercial buildings) offers possibilities to limit these, utilizing new materials and new technologies.

As has been mentioned, for the implementation of nZEB, ZEB or more generally of passive buildings, it is necessary to apply the bioclimatic architecture to minimize their energy needs and adapt them to environmental requirements.

The concept of bioclimatic design is defined as architectural design which takes into account, in particular, the topography and orientation of the plot, the microclimate of the region, in such a way that it restricts the effects of Their impact on the shell of the building and on the other hand to utilize them in the achievement of the conditions of thermal comfort and the healthy living of the people inside and in the surrounding area.

After the maximum possible energy saving is achieved, with the bioclimatic design of the building through passive technologies and the use of high energy class appliances, the remaining energy requirements are covered by RES. Only then does the installation of systems for the utilization of RES and the building have a real zero or almost zero ecological footprint.

Noteworthy, too, is the fact that a failed architectural construction not only does not favor the mental balance of the individual but causes many illnesses and malfunctions in the body. Good architecture is essential and bioclimatic.

The concept of a zero-energy or zero-emission building is not new. It has been in use since 1970, however, after 2000 the global interest turned to ZEB as another hope for avoiding the destruction of the planet Earth, as it is a feasible factor in reducing CO<sub>2</sub> emissions during the life of Due to the reduction of their energy requirements, and in support of this idea, many national and international programmes were developed for their study and implementation. ZEB are likely to be the future guideline for buildings.

Active and passive technology provisions to support ZEB, nZEB. In state of the art technologies, used for the production, collection and storage of energy (images 1.3), is the energy harvesting (energy harvest). In this technology,

microelectronics and nanotechnology contribute to Micro Electro Mechanical Systems (MEMS) and Nano Electro Mechanical Systems (NEMS).

The ardent desire of the realization of the goal for the Pure zero, in terms of energy balance, which is inextricably linked to the ZEB and always requires the utilization of state of the art technology.

Pros cons and concerns about ZEB, nZEB: Most importantly, that an extension will be given to the life of the planet Earth. Number of residences built to date. High performance buildings and low/zero energy consumption require a complete process of building planning and delivery. Integrated building design requires a new approach focusing on communication and documentation. Advanced integrated building design tools are available and modern. Integrated building design has the potential for optimized buildings-in terms of energy consumption, comfort, functionality and cost.

**Subject area:** Energy and Architecture

**Keywords:** Zero Energy Buildings, Materials, Bioclimatic Architecture



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή μου και Επιβλέποντα της Μεταπτυχιακής αυτής εργασίας κ. Παντελή Μαλατέστα, τόσο για την ανάθεση αυτού του θέματος όσο και για την πολύτιμη βοήθειά Του και την εμπιστοσύνη του Του προς εμένα για την ολοκλήρωσή του.

Τον ευχαριστώ θερμά και εύχομαι ολόψυχα ο Πανάγαθος Θεός να χαρίζει σε Αυτόν και την Οικογένειά Του χρόνια πολλά και καλά!

## Περιεχόμενα

### 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

1.1 Τα σημεία στα οποία εστιάζουν η Ελλάδα και η Ευρώπη την ενεργειακή τους πολιτική	σελ: 23
1.1.1 Ευρωπαϊκή Ένωση & Ενεργειακή πολιτική	σελ: 25
1.2 Εστιασμός της έρευνας και της καινοτομίας αναφορικά με τα ZEB	σελ: 27
1.2.1 ΑΠΕ – Εξοικονόμηση Ενέργειας - ZEB	σελ: 28
1.3 Εξοικονόμηση ενέργειας	σελ: 28
1.3.1 Στα κτήρια	σελ: 29
1.3.2 Στις μεταφορές	σελ: 30
1.3.3 Στη βιομηχανία	σελ: 31
1.4 Έξυπνα δίκτυα (Smart Grid)	σελ: 32
1.5 Κτηριακός τομέας	σελ: 34
1.5.1 Κτηριακός τομέας της Ευρώπης	σελ: 34
1.5.2 Κτηριακός τομέας της Ελλάδος	σελ: 35
1.6 Κλιματική αλλαγή και κτήρια	σελ: 38
1.6.1 Κλιματική αλλαγή - κατανάλωση ενέργειας - συνθήκες άνεσης	σελ: 38
1.6.1.1 Παράγοντες, επικρατούσες συνθήκες και καταναλισκόμενη ενέργεια για την υποστήριξη των κτηρίων	σελ: 41
1.6.1.2 Δράσεις (ΕΕ και μη ) που / που θα συμβάλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και της βελτίωσης της ενεργειακής τους κλάσης	σελ: 41
1.6.1.3 Ευρώπη – ενέργεια – προστασία περιβάλλοντος	σελ: 44
1.6.1.4 Ελλάδα – ενέργεια – προστασία περιβάλλοντος	σελ: 45
1.7 Προσδοκίες σχετικά με την ενεργειακή ζήτηση στην ΕΕ συναρτήσει της ενεργειακής αναβάθμισης των υπαρχόντων κτηρίων και της κλιματικής αλλαγής	σελ: 47
1.8 Αποτελέσματα της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και της ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων στην εξοικονόμηση ενέργειας	σελ: 49

## **2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ**

2.1 ZEB και Βιοκλιματικός σχεδιασμός	σελ: 53
2.2 Παθητικά κτήρια	σελ: 55
2.2.1 Παθητικό κτήριο - το τέλειο nZEB	σελ: 55
2.2.2 10 λόγοι για τους οποίους το Παθητικό κτήριο προσφέρεται ως βάση για ZEB	σελ: 55
2.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός	σελ: 56
2.3.1 Βιοκλιματική Μορφολογία του κτηρίου	σελ: 57
2.3.2 Επιδράσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών στην περιοχή του κτηρίου (μικροκλίμα)	σελ: 60
2.3.2.1 Θερμική άνεση	σελ: 61
2.3.2.1.1 Το κλίμα και η επίδρασή του στο σχεδιασμό του κτηρίου	σελ: 63
2.3.2.1.2 Θερμικό ισοζύγιο των κτηρίων	σελ: 64
2.3.2.2 Οπτική άνεση	σελ: 66
2.3.2.3 Εσωτερική ποιότητα του αέρα	σελ: 66
2.3.2.4 Ακουστική ποιότητα	σελ: 67
<b>3 ZEB</b>	
3.1 Εισαγωγή στα ZEB	σελ: 69
3.2 Χαρακτηρισμοί των κτηρίων Zero Energy Building (ZEB), nearly Zero Energy Building (nZEB), Net Zero Energy Building (NZEB)	σελ: 71
3.2.1 Χαρακτηρισμός ενός ZEB σύμφωνα με το Νορβηγικό Κέντρο για τα ZEB	σελ: 76
3.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε ορισμού	σελ: 80
3.3 Κατάταξη του κτηρίου συνολικής μηδενικής ενέργειας	σελ: 81
3.4 Διαχωρισμός συναρτήσεων των on-site και off-site καταστάσεων	σελ: 83
3.5 Διαχωρισμός του κτηρίου ανάλογα τη σύνδεση του στο δίκτυο	σελ: 83
3.6 Σχεδιασμός και Υλοποίηση των ZEB(H), nZEB	σελ: 85
3.6.1 Τρία <παραδοσιακά> βήματα για την επίτευξη των NZEB	σελ: 86

## **4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ & ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ZEB, NZEB**

4.1 Παθητικές τεχνολογίες στα ZEB (Passive technology on ZEB)	σελ: 88
4.1.1 Θερμική μάζα των κτηρίων	σελ: 89
4.1.2 Κουφώματα – Υαλοπίνακες	σελ: 91
4.1.3 Ο <ηλιακός> τοίχος TROMBE	σελ: 93
4.1.4 Ηλιακό θερμοσίφωνο	σελ: 95
4.1.5 Θερμομόνωση	σελ: 97
4.1.5.1 Θερμογέφυρες	σελ: 100
4.1.6 Φυσικός φωτισμός	σελ: 102
4.1.6.1 Πλευρικός φυσικός φωτισμός (Side natural lighting)	σελ: 103
4.1.6.2 Φυσικός φωτισμός από την οροφή (Top natural lighting)	σελ: 104
4.1.6.3 Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός (Anti-glare natural lighting)	σελ: 104
4.1.7 Σκίαση	σελ: 106
4.1.8 Φυσικός αερισμός και δροσισμός	σελ: 109
4.1.8.1 Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες	σελ: 109
4.1.8.2 Ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων	σελ: 109
4.1.8.3 Φυσική ψύξη του κτηρίου μέσω της εξάτμισης ύδατος	σελ: 111
4.1.8.4 Φυτεμένα δώματα ή πράσινες στέγες για τη μείωση του θερμικού φορτίου των κτηρίων	σελ: 111
4.2 Ενεργητική τεχνολογία στα ZEB (Active technology on ZEB)	σελ: 113
4.2.1 Ο μηχανικός κλιματισμός	σελ: 113
4.2.2 Energy harvesting (συλλογή ενέργειας)	σελ: 116
4.2.2.1 Αξιοποίηση τεχνολογιών και διατάξεων στο Energy Harvesting	σελ: 116
4.2.3 Κυψέλες καυσίμου – Fuel cells	σελ: 117
4.2.4 Αφυγραντήρες	σελ: 119

4.2.5 Ενέργεια για την υποστήριξη της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού	σελ: 119
4.2.6 Φωτοβολταϊκά στοιχεία	σελ: 122
4.2.7 Αιολική ενέργεια	σελ: 124
4.2.8 Τα μικρά υδροηλεκτρικά στην ευρύτερη περιοχή	σελ: 125
4.2.9 Βιομάζα	σελ: 126
4.2.10 Γεωθερμία	σελ: 126
4.2.11 Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας	σελ: 128
4.2.12 Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας	σελ: 128
4.3 Υβριδική τεχνολογία	σελ: 129
4.4 Διαχείριση ενέργειας κτηρίων (Buildings Energy Management)	σελ: 129
<b>5 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα και προβληματισμοί σχετικά με τα ZEB, nZEB</b>	
5.1 Πλεονεκτήματα των ZEB, nZEB	σελ: 132
5.2 Μειονεκτήματα των ZEB, nZEB	σελ: 133
5.3 Προβληματισμοί σχετικά με τα ZEB και τα nZEB	σελ: 134
5.3.1 Πλήθος κατοικιών που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα	σελ: 134
5.3.2 Μερίδιο ποσοστού θέρμανσης, ζεστού νερού και φωτοβολταϊκών συναρτήσει του τύπου του κλίματος	σελ: 136
5.3.3 Ποσοστό των παθητικών και των ενεργητικών τεχνολογιών στα ZEB, nZEB	σελ: 139
5.3.4 Ποσοστά οικιακής κατανάλωσης ενέργειας	σελ: 141
5.3.5 Αξιολόγηση του κύκλου ζωής των υλικών κατασκευής ενός κτηρίου nZEB	σελ: 142
5.3.5.1 Επιπτώσεις των υλικών	σελ: 145
5.3.6 Ιδιώτες VS Επαγγελματίες	σελ: 147
5.3.7 ΑΠΕ & ZEB, nZEB	σελ: 151
5.4 Συμπεράσματα	σελ: 163
<b>Επίλογος</b>	σελ: 164
<b>Παραρτήματα</b>	σελ: 169

## Εικόνες

Εικόνα 1.1: Μείωση ενεργειακής εξάρτησης και ενίσχυση ΑΠΕ, οι βασικοί στόχοι του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού	σελ: 24
Εικόνα 1.2: Καθαρή φυσική ροή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των χωρών (TWh) το 2018	σελ: 25
Εικόνα 1.3: Έξυπνο δίκτυο (Smart Grid)	σελ: 32
Εικόνα 1.4: Ο "δρόμος μονής κατεύθυνσης" του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας αντικαθίσταται από ένα αποκεντρωμένο, δικτυωμένη δομή	σελ: 33
Εικόνα 2.1: Παράγοντες που επιδρούν στη συνολική ενεργειακή απόδοση των κτηρίων	σελ: 51
Εικόνα 2.2 :Διαφορά στην τροχιά του Ήλιου κατά την περίοδο του Χειμώνα και του Καλοκαιριού	σελ: 58
Εικόνα 2.3: Προσανατολισμός του κτηρίου για την μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας	σελ: 59
Εικόνα 2.4: Επιδράσεις οι οποίες συμβάλουν στην άνεση των ανθρώπων	σελ: 60
Εικόνα 3.1: Αξιοποίηση των τεχνολογιών ΑΠΕ παράλληλα με τη σύνδεση ή μη του κτηρίου στο δίκτυο, για την αμφίδρομη σχέση τους ως προς την ηλεκτρική ενέργεια	σελ: 70
Εικόνα 3.2α: Αναπαράσταση (block diagram) κτηρίου Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης	σελ: 71
Εικόνα 3.2β: Ενεργειακό ισοζύγιο κτηρίου	σελ: 72
Εικόνα 3.3α: Επιθυμητά (στόχοι) ποσοστά κάλυψης των ενεργειακών αναγκών από ΑΠΕ με βάση χρονικά ορόσημα	σελ: 74
Εικόνα 3.3β: Συνολικές μηδενικές ενεργειακές εκπομπές	σελ: 76
Εικόνα 3.4: Εκπομπές ρύπων, οι οποίοι σχετίζονται με όλη τη χρήση ενέργειας εκτός από το ποσοστό για την υποστήριξη των συσκευών	σελ: 78
Εικόνα 3.5: Οι εκπομπές ρύπων, συναρτήσει του συνόλου της ενέργειας που απαιτείται, για την υποστήριξη της λειτουργίας του κτηρίου και την κατασκευή του εξοπλισμού του	σελ: 78

Εικόνα 3.6: Εκπομπές ρύπων συναρτήσει της ενέργειας που απαιτείται για την λειτουργία του, της ενσωματωμένης ενέργειας σε αυτό καθώς και της δημιουργίας του εξοπλισμού του σελ:	79
Εικόνα 3.7: Εκπομπές ρύπων συναρτήσει και της διαδικασία κατασκευής του κτηρίου	σελ: 79
Εικόνα 3.8: α. nZEB συνδεδεμένα στο δίκτυο (αριστερά) και β. nZEB community και η σύνδεσή της με το δίκτυο (δεξιά)	σελ: 84
Εικόνα 3.9: Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάλυση και τον ενεργειακό σύστημα βέλτιστου κόστους στο αρχικό σχεδιασμό του ZEB	σελ: 85
Εικόνα 3.10 : Προσφορά και εξοικονόμηση ενέργειας στα Zero Energy Home – ZEH και στα Zero Energy Building με τον σαφή διαχωρισμό της διαφοράς μεταξύ των εννοιών ZEB και ZEH	σελ: 85
Εικόνα 3.11 : Διάφορες φάσεις στη διάρκεια ζωής του κτηρίου: α. φάση σχεδιασμού και υλοποίησης, β. φάση λειτουργίας και υποστήριξης και γ. φάση διάθεσης για την ανάκτηση υλικών και ενέργειας από αυτό	σελ: 86
Εικόνα 4.1: Παθητικές και ενεργητικές τεχνολογίες στα ZEB, nZEB	σελ: 88
Εικόνα 4.2 : Αρχή λειτουργίας της θερμικής μάζας του κτηρίου για την θέρμανσή του	σελ: 89
Εικόνα 4.3: Λειτουργία της θερμικής μάζας του κτηρίου για την χειμερινή και θερινή περίοδο καθώς για την ημέρα και νύχτα	σελ: 90
Εικόνα 4.4. : Κουφώματα με τριπλούς υαλοπίνακες (αριστερά) και διαβαθμισμένοι υαλοπίνακες (δεξιά)	σελ: 92
Εικόνα 4.5. Επιλεκτικοί υαλοπίνακες και θερμοδιακοπώμενα κουφώματα	σελ: 92
Εικόνα 4.6 Τομή τοίχου Trombe	σελ: 93
Εικόνα 4.7: Λειτουργία του τοίχου Trombe κατά τη χειμερινή περίοδο	σελ: 94
Εικόνα 4.8: Αξιοποίηση των σκιάστρων κατά τη θερινή περίοδο έτσι ώστε ο τοίχος να μην υπερθερμαίνεται	σελ: 94
Εικόνα 4.9: Σύγκριση της λειτουργίας του τοίχου Trombe: α) κατά την χειμερινή περίοδο, για τη θέρμανση του χώρου β) κατά τη θερινή περίοδο, για τον δροσισμό του χώρου	σελ: 95

Εικόνα 4.10: Αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ζεστού νερού και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας	σελ: 95
Εικόνα 4.11: Boiler διπλής ενεργείας	σελ: 96
Εικόνα 4.12: Η εξωτερική θερμομόνωση λειτουργεί ως ένα δυναμικό φίλτρο	σελ: 97
Εικόνα 4.13 : Εξωτερική μόνωση τοίχου (αριστερά) δώματος (δεξιά)	σελ: 97
Εικόνα 4.14:Λειτουργία θερμογέφυρας	σελ: 100
Εικόνα 4.15: Λειτουργία θερμογέφυρας σε εφαρμογή	σελ: 100
Εικόνα 4.16: Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού για τον φωτισμό των κτηρίων	σελ: 102
Εικόνα 4.17: α) Πλευρικός φυσικός φωτισμός, β) Φωτισμός σε βάθος του χώρου συναρτήσσει των διαστάσεων του ανοίγματος, γ) Πλευρικός φωτισμός με τη χρήση ανακλώμενων επιφανειών για την καλύτερη ομοιομορφία της εντάσεως του φωτισμού	σελ: 103
Εικόνα 4.18: α) Ανακλώμενος φωτισμός από την οροφή, β) Διάχυτος φωτισμός από την οροφή	σελ: 104
Εικόνα 4.19: α) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω φυλλώματος, β) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω πετασμάτων, γ) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω πετασμάτων, δ) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός συναρτήσσει των σκιάστρων για τη χειμερινή και την θερινή περίοδο	σελ: 105
Εικόνα 4.20: Αξιοποίηση των φυλλοβόλων δέντρων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αριστερά) και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (δεξιά) συναρτήσσει της ηλιακής τροχιάς	σελ: 107
Εικόνα 4.21 :Λειτουργία τεχνητών σκιάστρων τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα στη νότια πλευρά του κτηρίου τόσο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αριστερή στήλη) όσο και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (δεξιά στήλη)	σελ: 107
Εικόνα 4.22: Διατάξεις και αξιολόγηση σκιάστρων συναρτήσσει του προσανατολισμού της πλευράς του κτηρίου που πρόκειται να τοποθετηθούν	σελ: 108
Εικόνα 4.23: Λειτουργία του φυσικού αερισμού – δροσισμού ενός κτηρίου κατά την θερινή και την χειμερινή περίοδο	σελ: 110



Εικόνα 4.24: Σχηματικές εικόνες φυσικού αερισμού για ένα κτήριο	σελ: 110
Εικόνα 4.25: Φυτεμένο δώμα	σελ: 112
Εικόνα 4.26: Τομή της διάταξης των υλικών για τη δημιουργία φυτεμένου δώματος (αριστερή εικόνα) και κατακόρυφου κήπου μαζί με το σύστημα ποτίσματος του	σελ: 113
Εικόνα 4.27: Διάταξη για τον κλιματισμό των κτηρίων	σελ: 114
Εικόνα 4.28: Ψυκτικός κύκλος κατά τη λειτουργία της θέρμανσης και της ψύξης	σελ: 114
Εικόνα 4.29: Σχηματικό διάγραμμα αντιστροφής του ψυκτικού κύκλου κατά τη λειτουργία της ψύξης (αριστερή εικόνα) και κατά τη λειτουργία της θέρμανσης (δεξιά εικόνα)	σελ: 115
Εικόνα 4.30: Χρήση υψηλής τεχνολογίας που σε συνδυασμό με σύγχρονους τρόπους αποθήκευσης ενέργειας συμβάλλουν θετικά στην προστασία του περιβάλλοντος	σελ: 116
Εικόνα 4.31: Αρχή λειτουργίας κυψέλης καυσίμου	σελ: 117
Εικόνα 4.32: Αποθήκευση του υδρογόνου στον περιβάλλοντα χώρο κατοικίας	σελ: 118
Εικόνα 4.33: Αποθήκευση του υδρογόνου στον περιβάλλοντα χώρο βιομηχανικών κτηρίων	σελ: 118
Εικόνα 4.34: Σχηματικά διαγράμματα λειτουργίας των αφυγραντήρων, τύπου συμπίεσης (αριστερά) και τύπου συμπύκνωσης (δεξιά)	σελ: 119
Εικόνα 4.35: Δυνατότητες τοποθέτησης φωτοβολταϊκών επί των κτηρίων	σελ: 122
Εικόνα 4.36: Λειτουργικό διάγραμμα φωτοβολταϊκής εγκατάστασης για on – grid ZEB	σελ: 123
Εικόνα 4.37: Διατάξεις για την παραγωγή και την αποθήκευση της ηλεκτρικής από ΑΠΕ και την διάθεσή της κατά τις νυκτερινές ώρες	σελ: 123
Εικόνα 4.38: Διάφοροι τύποι ανεμογεννητριών και ο γενικός διαχωρισμός τους με βάση τη διάταξη του άξονα της περιστροφής τους	σελ: 125
Εικόνα 4.39: Αρχή λειτουργίας υδροηλεκτρικού σταθμού	σελ: 125
Εικόνα 4.40: Λειτουργικό διάγραμμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα	σελ: 126
Εικόνα 4.41α: Λειτουργία των διατάξεων γεωθερμίας για την ψύξη και την θέρμανση των κτηρίων	σελ: 127

Εικόνα 4.41β: Οριζόντια και κατακόρυφη διάταξη αξιοποίησης της γεωθερμίας	σελ: 127
Εικόνα 4.42: Λειτουργικό διάγραμμα για την συμπαραγωγή ηλεκτρικής και ενέργειας, θέρμανση και ψύξης	σελ: 128
Εικόνα 4.43: Τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας	σελ: 129
Εικόνα 4.44: Έξυπνο μικροδίκτυο (smart micro grid) ενός nZEB	σελ: 130
Εικόνα 5.1: Υλικά που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση ενός nZEB	σελ: 142

## **Πίνακες**

Πίνακας 1.1: Συγκεντρωτικά τα μέτρα της ενεργειακής πολιτικής	σελ: 46
Πίνακας 5.1: Ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας που αντιστοιχεί στις ΑΠΕ	σελ: 151

## Διαγράμματα

Διάγραμμα 1.1: Μερίδια συνολικής κρατικής ενίσχυσης στην ΕΕ ανά κατηγορία το 2018	σελ: 17
Διάγραμμα 1.2: Μετασχηματισμός του τομέα ενέργειας για το 2030	σελ: 26
Διάγραμμα 1.3: Εκτίμηση της μεταβολής του πληθυσμού ανά περιφέρεια της Χώρας	σελ: 27
Διάγραμμα 1.4: Τομείς όπου μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια και τα αντίστοιχα ποσοστά κατανάλωσης που αντιστοιχούν στον κάθε τομέα	σελ: 28
Διάγραμμα 1.5: Μετασχηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα των κτηρίων για το 2030	σελ: 29
Διάγραμμα 1.6: Μετασχηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα των μεταφορών για το 2030	σελ: 30
Διάγραμμα 1.7: Μετασχηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα της βιομηχανίας για το 2030	σελ: 31
Διάγραμμα 1.8: Κατανάλωση ενέργειας του οικιακού κτηριακού τομέα της Ευρώπης	σελ: 38
Διάγραμμα 1.9α: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση στον οικιακό τομέα	σελ: 35
Διάγραμμα 1.9β: Κατανομή επί της % των κατοικιών ανά περίοδο κατασκευής για χρονικό διάστημα από πριν το 1946 έως και μετά το 2011	σελ: 36
Διάγραμμα 1.10: Γεωγραφική κατανομή αριθμού κατοικιών έως το 2010	σελ: 37
Διάγραμμα 1.11: Πλήθος κτηρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής στην Αττική	σελ: 37
Διάγραμμα 1.12: Παγκόσμια εκατοστιαία ποσοστά εκπομπών CO <sub>2</sub> κατά το 2012	σελ: 38
Διάγραμμα 1.13: Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε κάθε τομέα από το 1990	σελ: 39
Διάγραμμα 1.14: Ύπαρξη θερμομόνωσης σε κατοικίες	σελ: 40
Διάγραμμα 1.15: Ύπαρξη θέρμανσης σε κατοικίες	σελ: 40
Διάγραμμα 1.16: Ύπαρξη συστήματος ψύξης σε κατοικίες	σελ: 40

Διάγραμμα 1.17: Κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για κατοικίες σε αστικές και αγροτικές περιοχές	σελ: 40
Διάγραμμα 1.18: Ανάλυση επί της % του κόστους παρεμβάσεων του προς αναβάθμιση κτηριακού <σημείου>	σελ: 43
Διάγραμμα 1.19: Κόστος ενεργειακών αναβαθμίσεων ανά είδος κτηρίου και σημείου αναβάθμισης	σελ: 43
Διάγραμμα 1.20: Μεταβολή της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας για το 2010 και 2050 υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει ο διαχωρισμός των κατασκευών σε: α) των συμβατικών κτηρίων, β) των σύγχρονων κτηρίων και γ) των παθητικών κτηρίων	σελ: 48
Διάγραμμα 1.21: Εκατοστιαία αποτελέσματα της μείωσης ρύπων CO <sub>2</sub> μέσω των ενεργειακών αναβαθμίσεων και της χρήσεως των ΑΠΕ	σελ: 49
Διάγραμμα 1.22: Πρακτικές αποδοτικότερης ενεργειακής συμπεριφοράς	σελ: 50
Διάγραμμα 1.23: Ορθολογική χρήση της ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας διαφόρων συσκευών όταν βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής (standby mode)	σελ: 51
Διάγραμμα 2.1: Προφίλ φωτισμού στην σε μια κατοικία, συναρτήσει των εποχών του έτους	σελ: 66
Διάγραμμα 3.1: Χρονικοί σταθμοί αναφοράς για τα ZEB	σελ: 69
Διάγραμμα 3.2: Η έννοια του Net ZEB	σελ: 69
Διάγραμμα 3.3: Η έννοια του καθαρού κτηρίου μηδενικής ενέργειας, σύμφωνα με την οποία η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και τελικά συνοδεύεται από ισοδύναμη παροχή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές	σελ: 73
Διάγραμμα 3.4: Τέλος της ζωής του κτηρίου / διαδικασία κατασκευής / ενσωματωμένες εκπομπές υλικών κατασκευής / εξοπλισμός χρήσης της ενέργειας / χρήση ενέργειας εκτός του εξοπλισμού	σελ: 77
Διάγραμμα 3.5 : Ενεργειακή κάλυψη στο 24ωρο από παραγόμενη και αποθηκευμένη ενέργεια	σελ: 84
Διάγραμμα 4.1: Συνεισφορά των παθητικών και ενεργητικών τεχνολογιών	

για την επίτευξη του στόχου	σελ: 88
Διάγραμμα 4.2: Σύγκριση παραγωγής ηλιακού ζεστού νερού σε σχέση με το φορτίο ζεστού νερού χρήσης	σελ: 96
Διάγραμμα 4.3: Μερίδιο των μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στους τοίχους (α) και στις στέγες	σελ: 98
Διάγραμμα 4.4 : Ενεργειακές ανάγκες (EN) για θέρμανση και ψύξη κτηρίου γραφείων στην Κατάνια, συναρτήσει 21 ειδών θερμομόνωσης	σελ: 98
Διάγραμμα 4.5:Ενεργειακές ανάγκες (EN) για θέρμανση και ψύξη μονοκατοικίας συναρτήσει 21 ειδών θερμομόνωσης	σελ: 98
Διάγραμμα 4.6: Κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη της ψύξης πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση	σελ: 99
Διάγραμμα 4.7: Κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη της θέρμανσης πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση	σελ: 99
Διάγραμμα 4.8: Σχετική επίδραση των αναγνωρισμένων θερμικών γεφυρών	σελ: 101
Διάγραμμα 4.9 : Εξοικονόμηση ενέργειας από αντλίες θερμότητας [GWh] για την περίοδο 2006-2016	σελ: 115
Διάγραμμα 4.8: Ποσοστό της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας για το φωτισμό και κατανομή του ποσοστού αυτού για την υποστήριξη του εσωτερικού ή άλλου είδους φωτισμό κατά το έτος 2005	σελ: 120
Διάγραμμα 4.9: Ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες του φωτισμού στα εμπορικά κτήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης	σελ: 120
Διάγραμμα 4.10: Εκατοστιαία αναλογία της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό στην Ευρώπη συναρτήσει του τύπου λειτουργίας του κτηρίου	σελ: 121
Διάγραμμα 4.11: Προτίμηση στην χρήση νέων τύπων λαμπτήρων για τον οικιακό τομέα συναρτήσει του χρόνου και της λογικής για την προστασίας του περιβάλλοντος (109 τεμάχια)	σελ: 121

Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας που εξυπηρετείται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συναρτήσσει των μηνών του ημερολογιακού έτους. Είναι εμφανής η διαφορά της αύξησης του ποσοστού τους συναρτήσσει της ηλιοφάνειας	σελ: 124
Διάγραμμα 5.1: Πλήθος nZEB που έχουν κατασκευαστεί στα παρακάτω Μέλη της Ε.Ε έως και το 2017	σελ: 134
Διάγραμμα 5.2: Κατανομή πλήθους nZEB μεταξύ κατοικιών και επαγγελματικών Κτηρίων	σελ: 134
Διάγραμμα 5.3: Πλήθος νέων κατασκευών και ανακατασκευών στην Ε.Ε. ανά έτος	σελ: 135
Διάγραμμα 5.4: Ποσοστό των κατοικιών nZEB στη συνολική κατασκευή κατοικιών στις Βρυξέλλες	σελ: 135
Διάγραμμα 5.5: Κατανομή nZEB συναρτήσσει του χαρακτηρισμού του τοπικού κλίματος, κρύο, ζεστό ή ενδιάμεσο	σελ: 136
Διάγραμμα 5.6: Ποσοστά των συστημάτων θέρμανσης συναρτήσσει του τύπου του κλίματος μέχρι το 2017	σελ: 137
Διάγραμμα 5.7: Ποσοστό των φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων θέρμανσης συναρτήσσει του τύπου του κλίματος	σελ: 138
Διάγραμμα 5.8: Κατανομή εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών και ηλιακής θέρμανσης μέχρι το 2017	σελ: 138
Διάγραμμα 5.9α: Ποσοστό επί των τεχνολογιών για τη θέρμανση και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στα nZEB	σελ: 139
Διάγραμμα 5.9β: Ποσοστό παθητικών διατάξεων που χρησιμοποιούνται στα nZEBs μέχρι και το έτος 2017	σελ: 140
Διάγραμμα 5.10: Ποσοστά ενεργών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα nZEB μέχρι και το έτος 2017	σελ: 140
Διάγραμμα 5.11: Κατοικίες και κατανάλωση ενέργειας σε κάποια κύρια Κράτη του Κόσμου	σελ: 141
Διάγραμμα 5.12: Κύκλος ζωής των υλικών κατασκευής και οι επιπτώσεις τους στον	

Άνθρωπο και στο Περιβάλλον (HH - Human Health)	σελ: 145
Διάγραμμα 5.13: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής των υλικών κατασκευής και του είδους του υλικού τους που χρησιμοποιούνται στα nZEB (PV - Photovoltaic)	σελ: 146
Διάγραμμα 5.14: Ιδιοκτήτες σε σύγκριση με τους ειδικούς για το που πέφτει το βάρος	σελ: 150

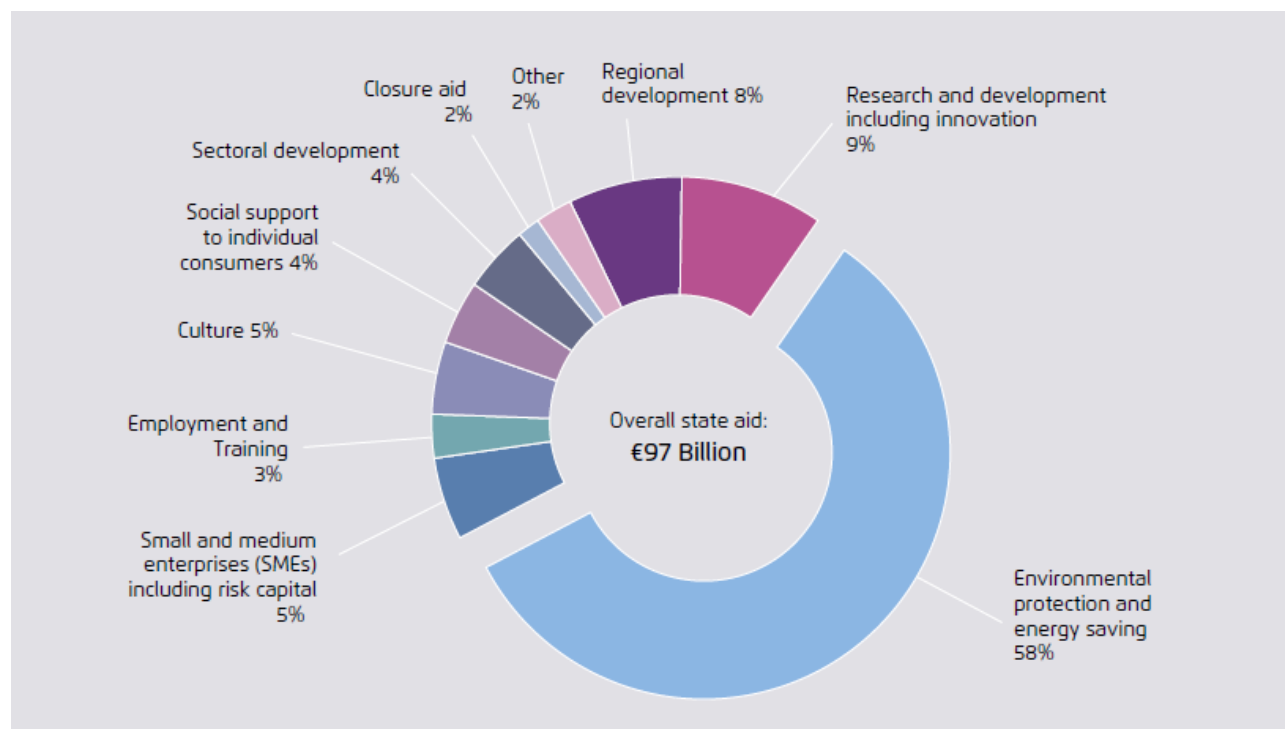
**1**



# 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

## 1.1 Τα σημεία στα οποία εστιάζουν η Ελλάδα και η Ευρώπη την ενεργειακή τους πολιτική

Η ενεργειακή πολιτική της Ελλάδος, ως Μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης - ΕΕ που ακολουθεί τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, εστιάζεται σε δυο παράλληλους <δρόμους>. Ο πρώτος παράλληλος, αφορά την εξεύρεση, την εξασφάλιση και τη διαχείριση των ενεργειακών πόρων, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η αξιόπιστη και οικονομικά συμφέρουσα, από κάθε πλευρά, κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, ανεξαρτήτως των πιθανών ενεργειακών κρίσεων. Ο δεύτερος παράλληλος, και σημαντικότερος, την προστασία του περιβάλλοντος. Η ΕΕ επενδύει σημαντικά ποσά πάνω στην εξοικονόμηση της ενέργειας και της ορθής χρήσης της, διότι ο στόχος για την προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί στόχο ζωής για ολόκληρο τον Πλανήτη! (διάγραμμα 1.1)



Διάγραμμα 1.1 : Μερίδια συνολικής κρατικής ενίσχυσης στην ΕΕ ανά κατηγορία το 2018 [79]

Η ενεργειακή αγορά, για κάθε χώρα του Πλανήτη, είναι δυναμική και καθορίζεται με βάση τις οικονομοπολιτικές συγκυρίες και τα συμφέροντα του κάθε Κράτους. Με βάση τα ανωτέρω, στη

στρατηγική για την επίτευξη της ενεργειακής πολιτικής της Ελλάδος, γίνεται εστιασμός στα παρακάτω σημεία :

- Τη δυνατότητα και την προτροπή για την αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων με σύγχρονες τεχνολογίες.
- Την υλοποίηση <δρόμων> για την μεταφορά του πετρελαίου και του φυσικού αερίου στα πλαίσια των διακρατικών ενεργειακών συνεργασιών για την αξιοποίησή τους, ταυτόχρονα με την κατάργηση των μονοπωλίων στην αγορά της ενέργειας.
- Την επικέντρωση, στην εκπαίδευση και στην κουλτούρα, γύρω από την αξιοποίηση (στο μέγιστο δυνατό) των ενεργειακών πηγών και αποθεμάτων της Χώρας με έμφαση στη χρήση των **Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΑΠΕ** με την ταυτόχρονη οικονομική επιδότησή τους (εικόνα 1.1).
- Την εξοικονόμηση της ενέργειας στη βιομηχανία, στις μεταφορές, στα επαγγελματικά κτήρια και στις κατοικίες και γενικότερα όπου θα μπορούσε να γίνει.



*Εικόνα 1.1: Μείωση ενεργειακής εξάρτησης και ενίσχυση ΑΠΕ, οι βασικοί στόχοι του Μακροχρόνιου Ενεργειακού Σχεδιασμού [95]*

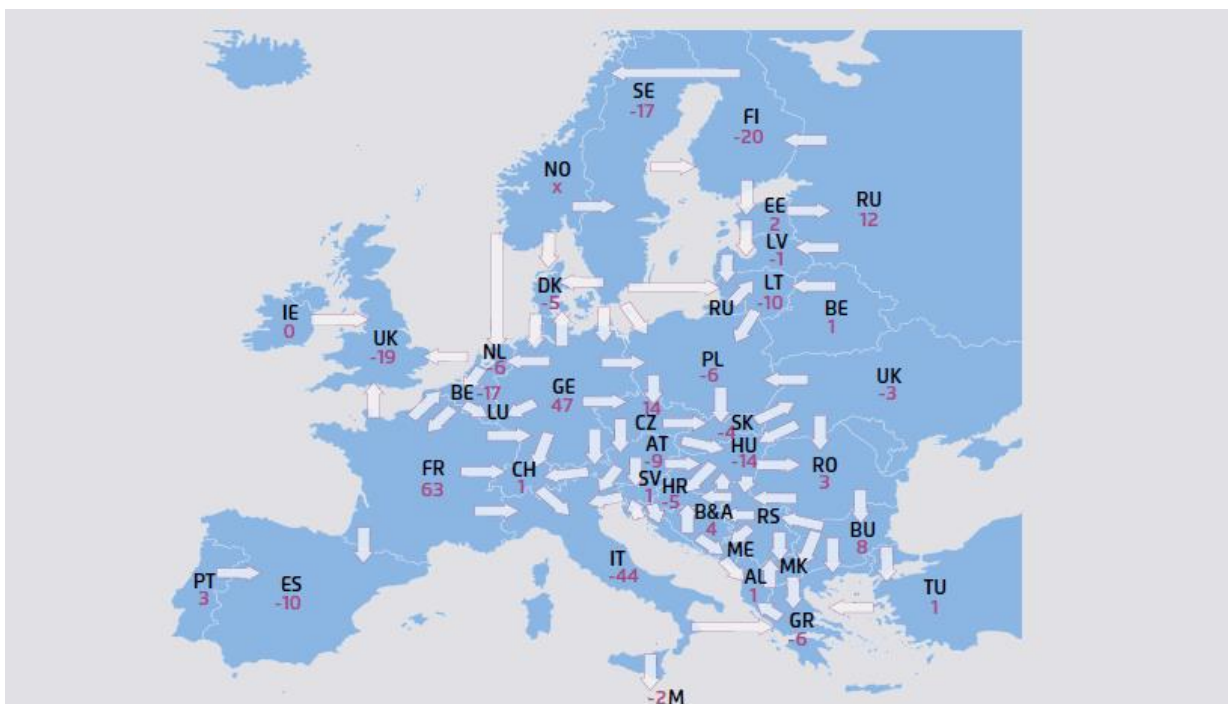
Η έρευνα, η καινοτομία, η παιδεία και η εκπαίδευση αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο της οικονομικής ανάπτυξης και της ενίσχυσης του υγιούς ανταγωνισμού, προκειμένου να αξιοποιηθεί το σχετικό δυναμικό της Ελλάδος και γενικότερα της Ευρώπης, με κύριο στόχο τη βελτίωση της Ελληνικής και της Ευρωπαϊκής οικονομίας και κατά συνέπεια των κατοίκων Τους [1].

### 1.1.1 Ευρωπαϊκή Ένωση & Ενεργειακή πολιτική

Η ΕΕ αντιμετωπίζει μια σειρά από προκλήσεις σε όλους τους τομείς και όπως είναι φυσικό και στον τομέα της παραγωγής και της διαχείρισης της ενέργειας. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών η ενεργειακή πολιτική Της έχει 3 κύριους στόχους:

- την ασφάλεια του εφοδιασμού
- την ανταγωνιστικότητα
- την βιωσιμότητα

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή επιθυμεί την Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Ένωση. Με την κίνηση αυτή θα εξασφαλιστεί η ασφαλή και οικονομικά προσιτή παροχή της ενέργειας, ταυτόχρονα με την προστασία του περιβάλλοντος Της και τη ροή ενέργειας σε όλη την ΕΕ για την υλοποίηση των προσδοκιών Της (εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2: Καθαρή φυσική ροή ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ των χωρών (TWh) το 2018 [79]

Η ΕΕ για την επίτευξη των ανωτέρω στόχων Της έχει θέσει ενεργειακούς και κλιματικούς στόχους με χρονικά σημεία για την αξιολόγηση τους τα έτη **2020**, **2030** και **2050**.

- **Οι στόχοι για το έτος 2020 είναι:**

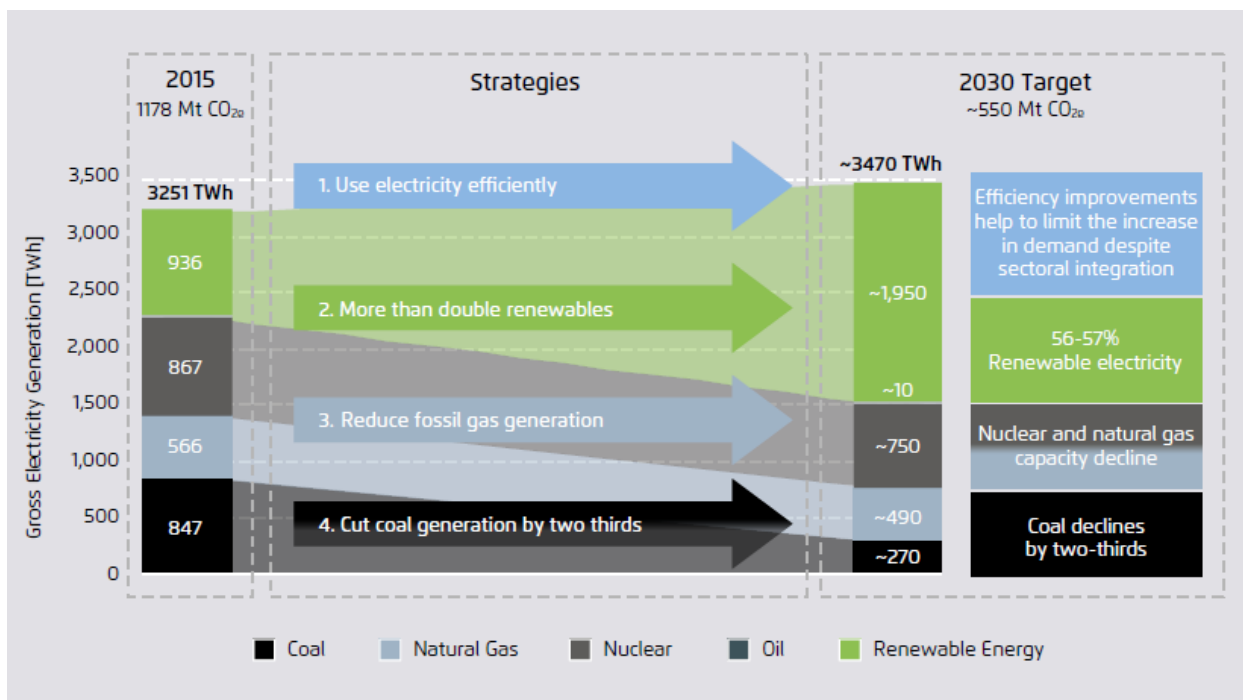
1. Η μείωση των εκπομπών αερίων, προστασία από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τουλάχιστον κατά **20%** σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 1990
2. Το **20%** της ενέργειας να προέρχεται από τις **ΑΠΕ**
3. Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά **20%**
4. Ο συνεχής πλέον στόχος για τη δημιουργία **Zero Energy Building - ZEB**

- **Οι στόχοι για το έτος 2030 είναι** (διάγραμμα 1.2):

1. Η μείωση των εκπομπών αερίων κατά **40%**
2. Το **27%** της ενέργειας να προέρχεται από τις **ΑΠΕ**
3. Η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης περίπου στο **30%**
4. Η διασύνδεση της ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό **15%**

- **Ο στόχος για το έτος 2050 είναι:**

Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε ποσοστό από **80 έως 95%** σε σύγκριση με τα επίπεδα του έτους 1990 [9].

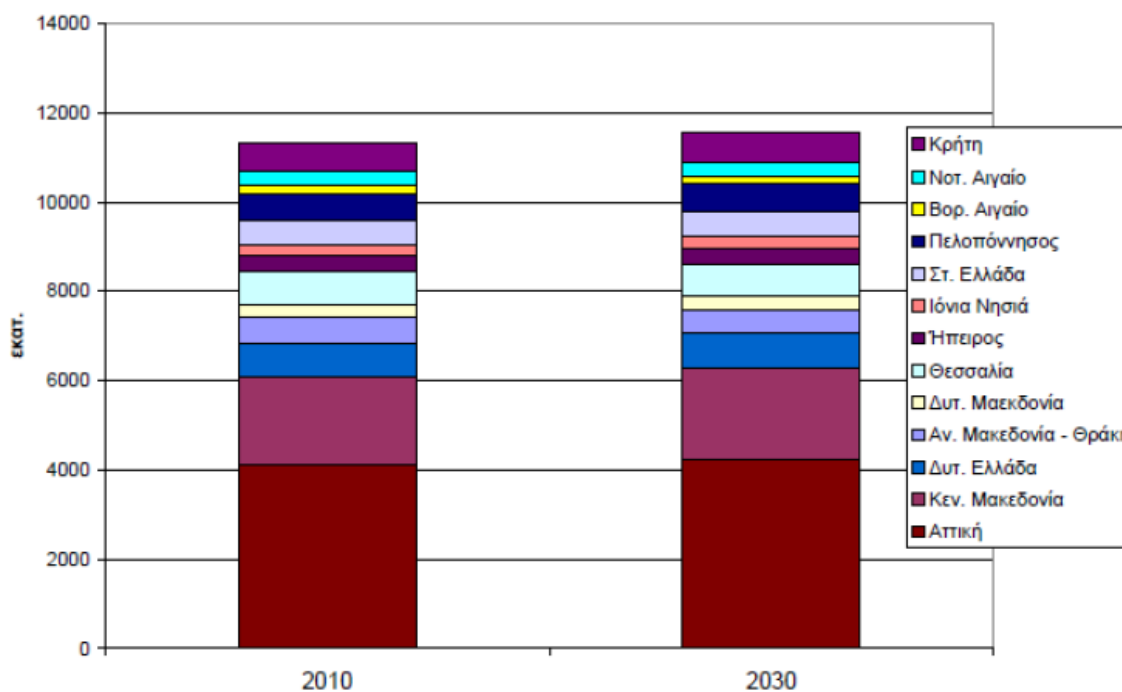


Διάγραμμα 1.2: Μετασχηματισμός του τομέα ενέργειας για το 2030 [79]

## 1.2 Εστιασμός της έρευνας και της καινοτομίας αναφορικά με τα ZEB

Για την υποστήριξη της ιδέας και της υλοποίησης των **ZEB** απαιτείται συνεχή έρευνα, μέσω της οποίας θα παραχθεί το καινοτόμο, σχετικά με τα παρακάτω τεχνολογικά σημεία:

- Την παραγωγή και την διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας με έμφαση στις ΑΠΕ και τα έξυπνα δίκτυα (smart grid)
- Την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω ενεργειακά αναβαθμισμένων τεχνολογιών και της ορθολογικής χρήσης της
- Τις επιπτώσεις από την κλιματική αλλαγή και την με μέτρο εξόρυξη των ορυκτών πόρων, παράλληλα με τη δημόσια υγεία
- Τα Οικονομικά της Ενέργειας
- Την αξιοποίηση της έρευνας στην τεχνολογία των υλικών
- Τη χωροταξία και την αστική ανάπτυξη με έμφαση στην αποκέντρωση του πληθυσμού (διάγραμμα 1.3) [1]



Διάγραμμα 1.3 : Εκτίμηση της μεταβολής του πληθυσμού ανά περιφέρεια της Χώρας [11]

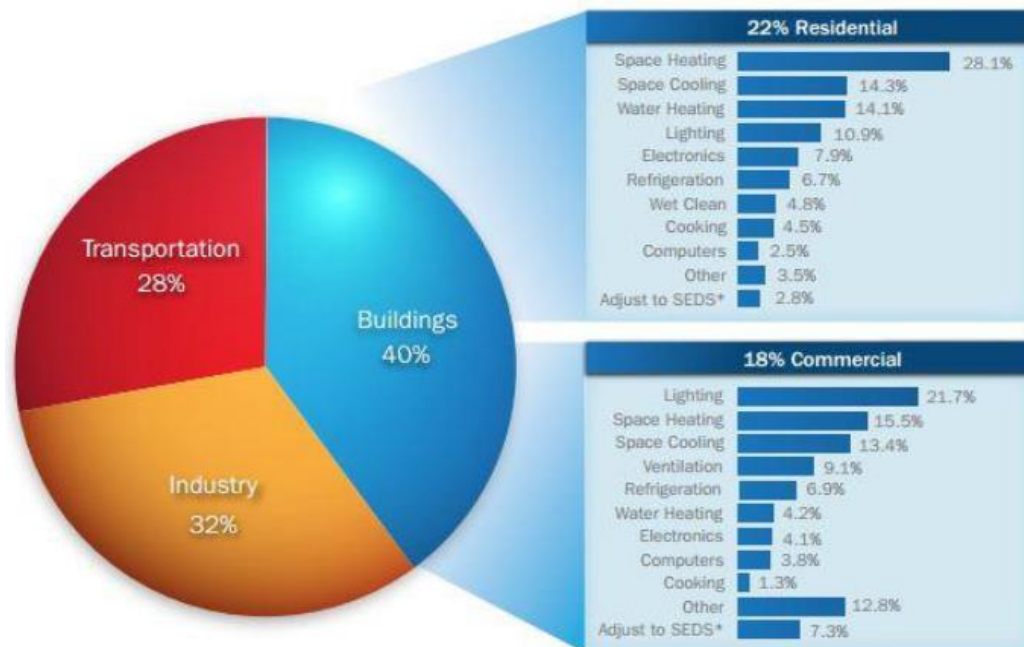
### 1.2.1 ΑΠΕ – Εξοικονόμηση Ενέργειας - ZEB

Μεγάλη μερίδα τεχνολογιών των ΑΠΕ (οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των ενεργητικών τεχνολογιών που αξιοποιούνται, για την υποστήριξη, από ενεργειακής πλευράς, των ZEB ) και μεταξύ των άλλων τεχνολογιών, οι συνηθέστερες περιπτώσεις, είναι [1]:

- Η Αιολική
- Η Ηλιακή Ενεργεία & τα Φωτοβολταϊκά
- Η Βιομάζα
- Η Γεωθερμία
- Η Υδροηλεκτρική
- Συμπαραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας
- Κυψέλες καυσίμου (Fuel cells)

### 1.3 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η έννοια της εξοικονομούμενης ενέργειας, αφορά την ποσότητα της ενέργειας που δεν σπαταλάται και κατά συνέπεια δεν υπάρχει λόγος να παραχθεί. Η εξοικονόμηση της ενέργειας ταυτίζεται με την έννοια της ορθολογικής και της αποδοτικής χρήσης της.



Διάγραμμα 1.4: Τομείς όπου μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια και τα αντίστοιχα ποσοστά κατανάλωσης που αντιστοιχούν στον κάθε τομέα [25]

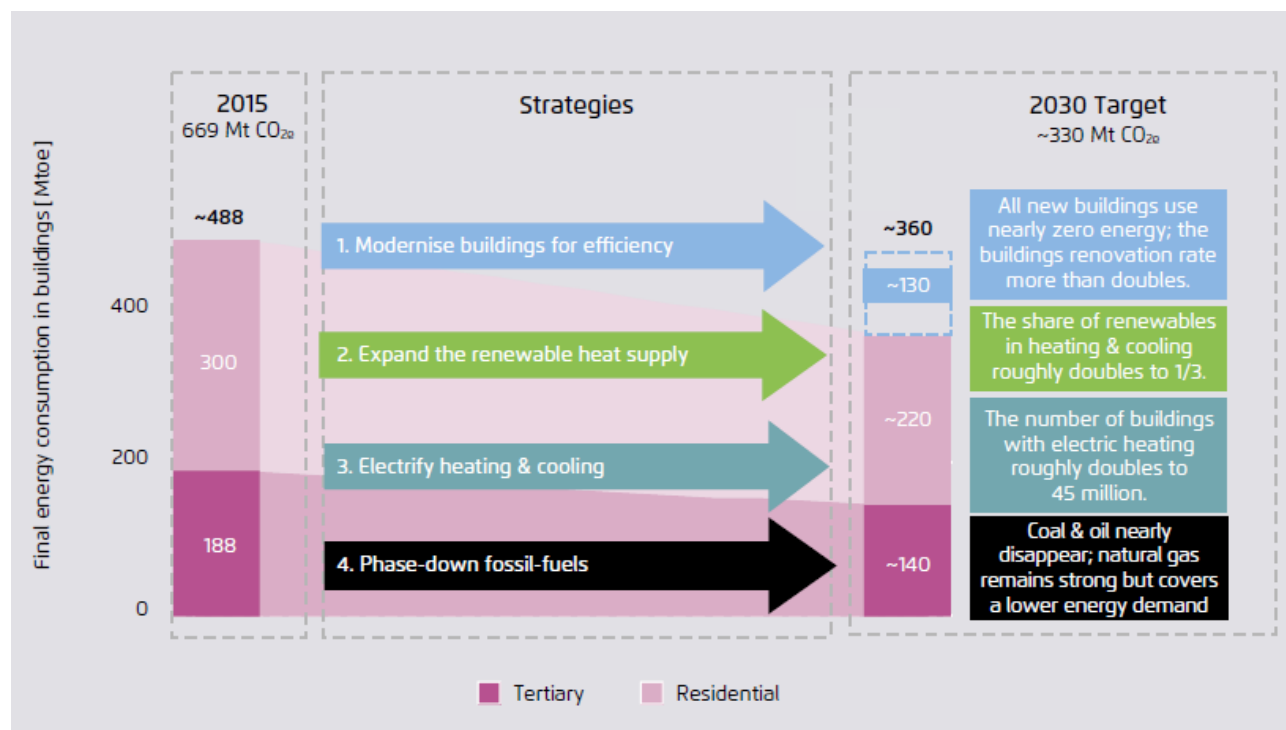
Η ορθή χρήση της ενέργειας συνεπάγεται την εξοικονόμηση της και δεν σημαίνει την περιστολή ή ακόμη και την αναστολή ενεργειακών αναγκών οι οποίες απαιτούνται τόσο για την λειτουργική υποστήριξη των κτηρίων όσο και για την <άνεση> των ανθρώπων. Η ορθολογική χρήση της ενέργειας βελτιώνει και δεν ταπεινώνει το επίπεδο της διαβίωσης των ανθρώπων, είτε εντός των κτηρίων είτε εκτός αυτών [1].

Εξοικονόμηση ενέργειας μπορούμε να επιτύχουμε στους παρακάτω τομείς (διάγραμμα 1.4):

- στα κτήρια
- στις μεταφορές
- στη βιομηχανία

### 1.3.1 Στα κτήρια

Τα κτήρια αποτελούν έναν μεγάλο και απαιτητικό ενεργειακό καταναλωτή που ταυτοχρόνως παρέχει και μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής νέων τεχνολογιών για την εξοικονόμηση της ενέργειας, με αντίστοιχα περιβαλλοντικά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη (διάγραμμα 1.5). Ιδιαίτερη σημασία για την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων και της <άνεσης> των ανθρώπων σε αυτά ή γύρω από αυτά, έχει η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού.



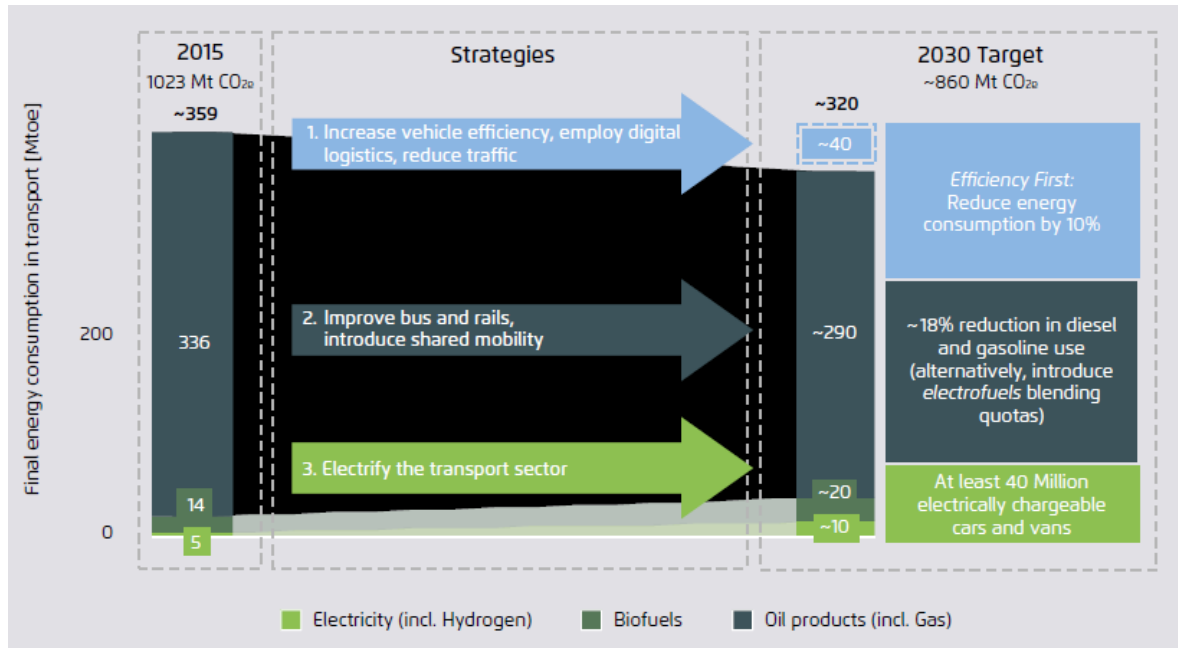
Διάγραμμα 1.5 : Μετασηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα των κτηρίων για το 2030 [79]

Η αξιοποίηση του **βιοκλιματικού σχεδιασμού**, η παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ που βρίσκονται εγκατεστημένες στο κτήριο, στον περιβάλλοντα χώρο του ή κοντά σε αυτό, η αξιοποίηση της τεχνολογίας των νέων υλικών και των παραγώγων αυτών και προπάντων η εκπαίδευση των ανθρώπων για την ορθή χρήση της ενέργειας, οδηγούν στα **nearly Zero Energy Building - nZEB** και στα **ZEB** είτε μέσω της αρχικής τους σχεδίασης είτε μέσω της ενεργειακής τους αναβάθμισης [1].

### 1.3.2 Στις μεταφορές

Οι βασικοί άξονες (στόχοι) για να έχουμε θετικά αποτελέσματα στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας στις μεταφορές, είναι (διάγραμμα 1.6):

1. Η ορθολογική, η επιλεκτική και η βέλτιστη χρήση των διαθέσιμων μέσων μεταφοράς και των μέσων της μαζικής μεταφοράς, όπως επίσης και του περπατήματος.
2. Η χρήση οχημάτων τα οποία ενσωματώνουν <έξυπνες> τεχνολογίες τόσο ως προς την κατανάλωση καυσίμων όσο και κατά την φάση της ανάκτησης ενέργειας από τα ίδια τα οχήματα.
3. Η ορθολογική χρήση των οχημάτων η οποία συνεπάγεται την οικονομική οδήγηση ταυτόχρονα με την περιβαλλοντική προστασία, συνεπώς, κι αυτό αποτελεί θέμα παιδείας και εκπαίδευσης.



Διάγραμμα 1.6 : Μετασχηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα των μεταφορών για το 2030 [79]

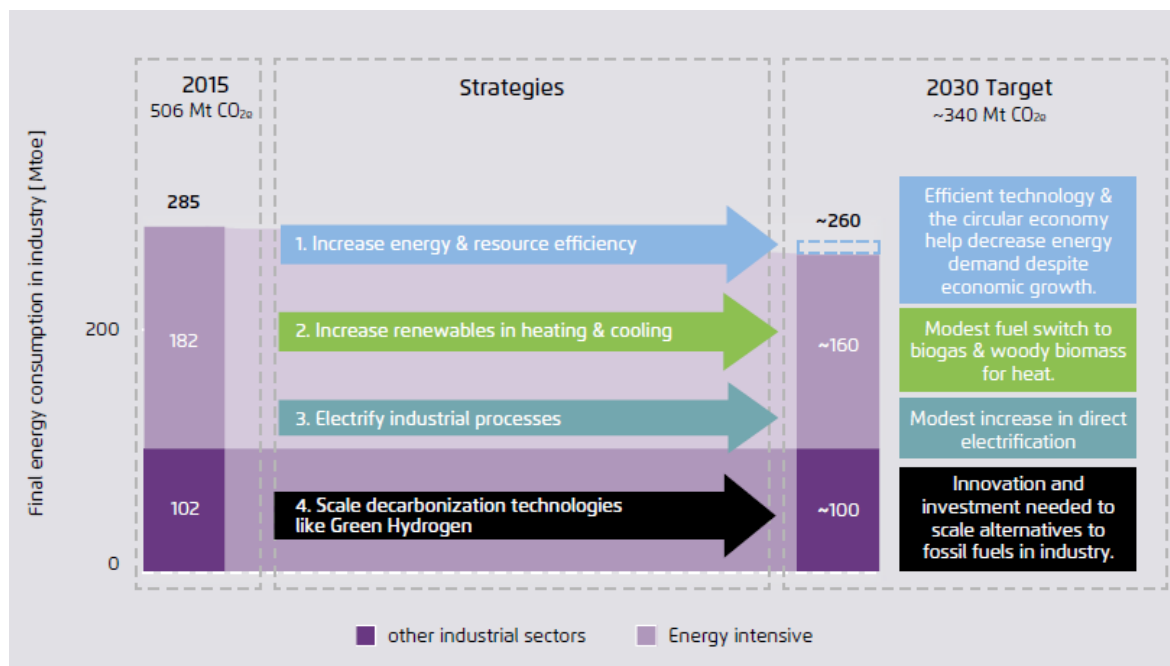


Η εξοικονόμηση της ενέργειας στις μεταφορές και κατά συνέπεια η εξοικονόμηση καυσίμων μας παρέχει (αναμένεται να μας παρέχει) τα παρακάτω οφέλη:

- Τη μείωση του κόστους των μεταφορών, τόσο στην πρώτη ύλη όσο και στο τελικό προϊόν, με αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους παραγωγής και την επιθυμητή μείωση της τελικής τιμής των προϊόντων, όπου αυτό αποτελεί σημαντικό παράγοντα κατά τον χαρακτηρισμό των ZEB
- Τη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και τους εξωγενείς ενεργειακούς πόρους και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου
- Τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και την αντιστροφή του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής για την προστασία του περιβάλλοντος, που αποτελεί επίσης, έναν σημαντικό δείκτη χαρακτηρισμού των ZEB
- Την αύξηση της βιωσιμότητας των ενεργειακών πόρων [1].

### 1.3.3 Στη βιομηχανία

Η εξοικονόμηση της ενέργειας, σε επίπεδο τελικού καταναλωτή, είναι εξαιρετικά σημαντική διότι σε πρωτογενές επίπεδο η εξοικονόμηση πολλαπλασιάζεται, λόγω των διαφόρων φάσεων επεξεργασίας των πρώτων υλών για το τελικό προϊόν. Κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε διαδικασίας, όπως είναι φυσικό υπάρχουν απώλειες, όπως και κατά τις διάφορες φάσεις μετατροπής της ενέργειας (διάγραμμα 1.7) [2].



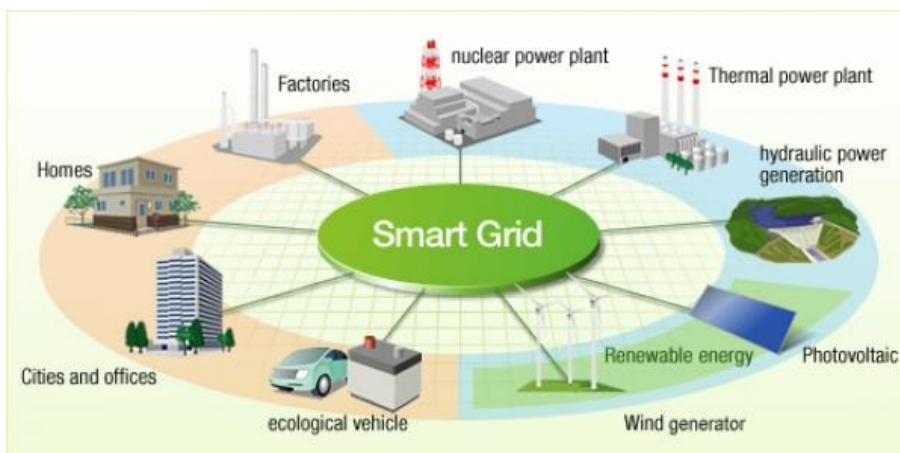
Διάγραμμα 1.7 : Μετασχηματισμός (στρατηγικές και στόχοι) του τομέα της βιομηχανίας για το 2030 [79]

Προτάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στα παραγωγικά και μη τμήματα των βιομηχανιών:

- Αντικατάσταση των ενεργοβόρων μηχανημάτων με νέα αποδοτικότερα, κατά την κατανάλωση της ενέργειας και όχι μόνο, καθώς και της δυνατότητας ανάκτησης ενέργειας από αυτά.
- Επανασχεδίαση του φωτισμού αξιοποιώντας στο μέγιστο βαθμό τον φυσικό φωτισμό. Ο σωστός φωτισμός, εκτός των άλλων, αυξάνει και την παραγωγικότητα του προσωπικού, διαμέσου της ψυχικής του ευφορίας.
- Τακτική συντήρηση των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων με την παράλληλη εκπαίδευση του προσωπικού για την ορθή χρήση των μηχανημάτων και των εγκαταστάσεων
- Αυτόματη διόρθωση του  $\cos \phi$  και του συντελεστή ισχύος (**Power Factor - PF**)
- Την έξυπνη μετατροπή και αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας με την αξιοποίηση διάφορων τεχνολογιών [3],[4].

#### 1.4 Έξυπνα δίκτυα (Smart Grid)

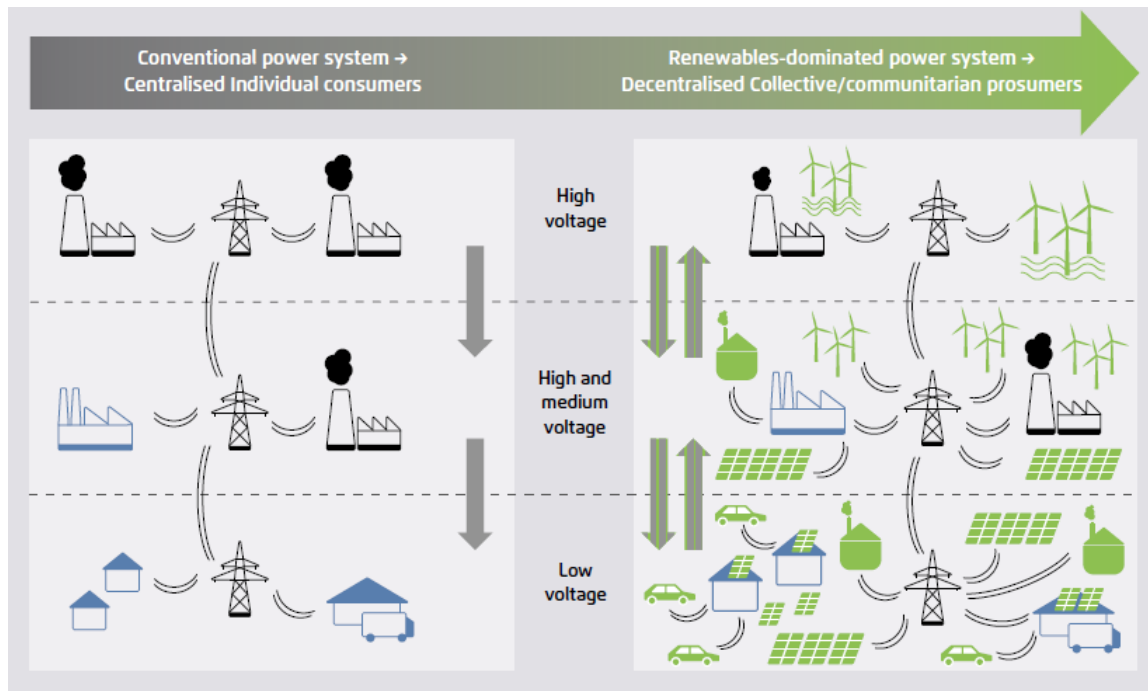
- Σύμφωνα με το **Electric Power Research Institute - ERPI**, το έξυπνο δίκτυο παρουσιάζεται ως μία ευφυής υποδομή παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας και το οποίο για την <λογική> του υποστηρίζεται από τις τεχνολογίες του τομέα των επικοινωνιών, της πληροφορικής, της ηλεκτρονικής κ.α., προκειμένου να μπορεί ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των καταναλωτών. Το Έξυπνο Δίκτυο ορίζεται ως η διάταξη που θα εξασφαλίσει την αξιοπιστία, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα του ηλεκτρικού συστήματος μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών μεταξύ της κατανεμημένης παραγωγής και της αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας (εικόνα 1.3).



Εικόνα 1.3: Έξυπνο δίκτυο (Smart Grid) [8]

- Στην **ΕΕ** το Έξυπνο Δίκτυο ορίζεται ως ένα εξελιγμένο ηλεκτρικό δίκτυο, του οποίου αναπόσπαστο κομμάτι είναι η αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ του παραγωγού και του καταναλωτή, διαμέσου των ευφών διατάξεων μέτρησης και επίβλεψης της λειτουργίας του, έτσι ώστε να διασφαλίσει ένα οικονομικά αποδοτικό και βιώσιμο σύστημα που αφορά την παραγωγή, την διανομή, την αποθήκευση και την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας (εικόνα 1.4).

Βάσει των ανωτέρω, μπορούμε να πούμε ότι το έξυπνο δίκτυο είναι μια ευφής εποπτική και ολοκληρωμένη διάταξη που προσπαθεί να διασφαλίσει την **αξιοπιστία**, την **αποδοτικότητα** και την **ασφάλεια** του συστήματος της ηλεκτρικής ενέργειας, έχοντας συνεχώς αμφίδρομη επικοινωνία μέσω μεγάλων ή μικρών διεσπαρμένων παραγωγών ηλεκτρικής ενέργειας και της ενεργειακής ζήτησης σε κάθε τομέα του [7].



Εικόνα 1.4: Ο "δρόμος μονής κατεύθυνσης" του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας αντικαθίσταται από ένα αποκεντρωμένο, δικτυωμένη δομή [79]

- Η **αξιοπιστία** του δικτύου διασφαλίζεται μέσω του σχεδιασμού του συστήματος ώστε να μπορεί να ανιχνεύει την αιτία των προβλημάτων του και ταυτόχρονα να τα επιλύει, πχ αξιοποιώντας εναλλακτικούς τρόπους τροφοδότησης ή τη σύνδεση με την αποθηκευμένη ενέργεια, στις περιπτώσεις που οι υπάρχουσες δομές δεν μπορούν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις.
- Η **αποδοτικότητα** διασφαλίζεται μέσω της αξιοποίησης **ΑΠΕ** οι οποίες προσφέρουν την παραγόμενη ενέργειά τους σε αυτό.

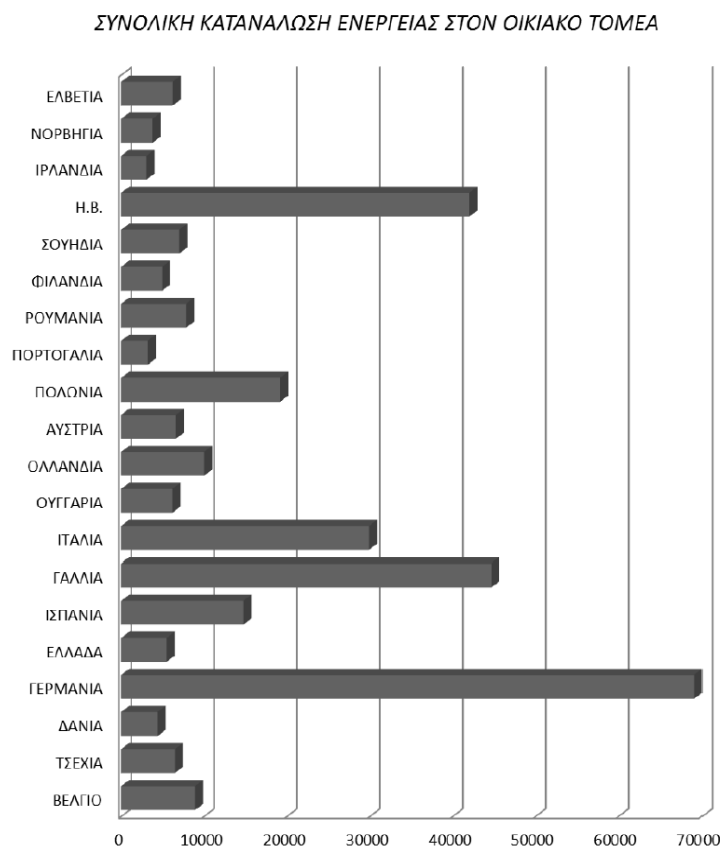
- Η **ασφάλεια** διασφαλίζεται μέσω του συνεχούς ελέγχου, σε όλα τα στάδια, δηλαδή, από την παραγωγή μέχρι και την τροφοδότηση του καταναλωτή [7].

## 1.5 Κτηριακός τομέας

Ο κτηριακός τομέας χωρίζεται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τον οικιακό και τον επαγγελματικό. Από στατιστικά στοιχεία γνωρίζουμε ότι τα κτήρια απορροφούν περίπου το **40%** της παραγομένης ενέργειας, **22%** οι **κατοικίες** και **18%** τα **επαγγελματικά** κτήρια, (διάγραμμα 1.4).

Ο **κτηριακός τομέας** είναι ο μεγαλύτερος τομέας κατανάλωσης ενέργειας, η μεγαλύτερη αιτία εκπομπών CO<sub>2</sub>, ενώ ακολουθούν ο **τομέας των μεταφορών** με **27%** και η **βιομηχανία** με **33%** [10], [13]. Η ευκαιρία για την προστασία του Πλανήτη έρχεται από το γεγονός ότι παρά των δυσμενών εκπομπών ρύπων και της μεγάλης κατανάλωσης ενέργειας, ο κτηριακός τομέας (κατοικίες και επαγγελματικά κτήρια) προσφέρει δυνατότητες περιορισμού αυτών, αξιοποιώντας νέα υλικά και νέες τεχνολογίες.

### 1.5.1 Κτηριακός τομέας της Ευρώπης



Διάγραμμα 1.8 : Κατανάλωση ενέργειας του οικιακού κτηριακού τομέα της Ευρώπης [13]

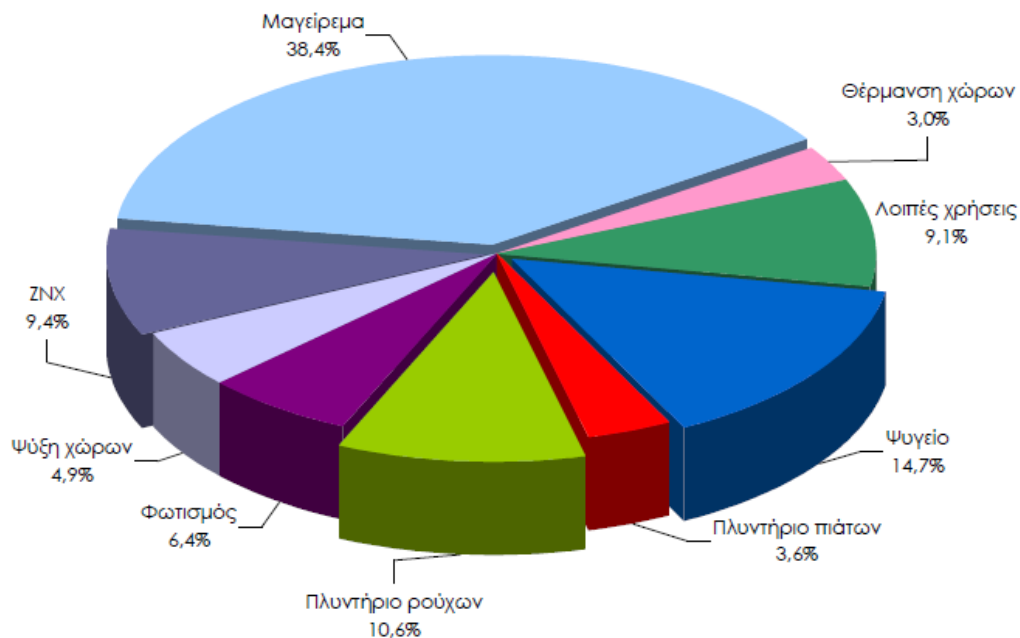
Ο κτηριακός τομέας στην Ευρώπη παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον ως προς την ενεργειακή του κατανάλωση (διάγραμμα 1.8) λόγω της ραγδαίας αύξησής του στο αστικό ή μη περιβάλλον και παράλληλα με την διατήρηση των υπαρχόντων παλαιών κτηρίων για λόγους όπως η ιστορικότητα και η αρχιτεκτονική των παλαιών κέντρων των πόλεων κλπ, με αποτέλεσμα τη συνεχή ή και την σταδιακή αύξηση της ζήτησης και της κατανάλωσης ενέργειας [13].

Από το διάγραμμα 1.8 παρατηρείται ότι ο κτηριακός τομέας των Κρατών Μελών, Γερμανίας, Γαλλίας και Η.Β., παρουσιάζει, δυσανάλογα με το ποσοστό του πληθυσμού των 41% , αυξημένη κατανάλωση ενέργειας της τάξεως του 51%.

### 1.5.2 Κτηριακός τομέας της Ελλάδος

Ο κτηριακός τομέας στην Ελλάδα ευθύνεται για το 35% περίπου των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και για το 36% περίπου της συνολικής κατανάλωσης της ενέργειας.

Τα κτήρια απαιτούν υψηλό κόστος σχεδιασμού και υλοποίησης και παράλληλα μεγάλη διάρκεια ζωής, όπου αυτό συνεπάγεται την για πολλά χρόνια υποστήριξη τους από ενεργειακής και όχι μόνο πλευράς. Συνεπώς, οποιαδήποτε λάθη ή παραλείψεις έχουν γίνει κατά την σχεδίαση και την υλοποίηση τους θα εμφανίζονται παράλληλα με τα έτη λειτουργίας τους και θα αυξάνουν σημαντικά την ενεργειακή τους ζήτηση.

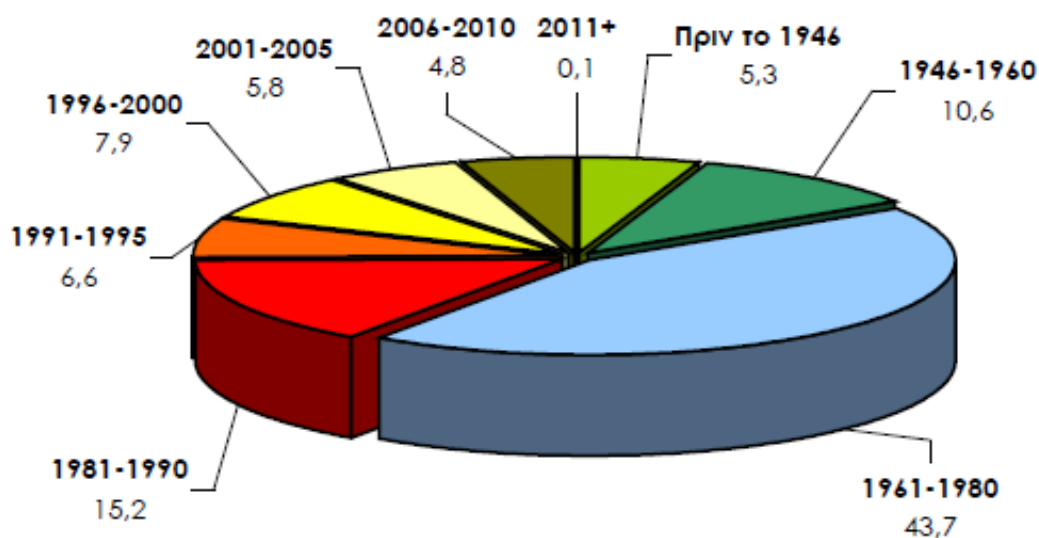


Διάγραμμα 1.9: Ποσοστιαία κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά τελική χρήση στον οικιακό τομέα [17]

Τα ελληνικά κτήρια παρουσιάζουν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση. Σύμφωνα με την Eurostat και το ευρωπαϊκό κέντρο Περιβάλλοντος, τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν, τη μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση στην Ευρώπη, περίπου 30% μεγαλύτερη από αυτή της Ισπανίας και περίπου διπλάσια από την κατανάλωση της Πορτογαλίας, ενώ είναι σημαντικά μεγαλύτερη από χώρες με ψυχρότερο κλίμα όπως το Βέλγιο και οι Σκανδιναβικές χώρες. Η επί της % κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας του οικιακού τομέα απεικονίζεται στο διάγραμμα 1.9 [11].

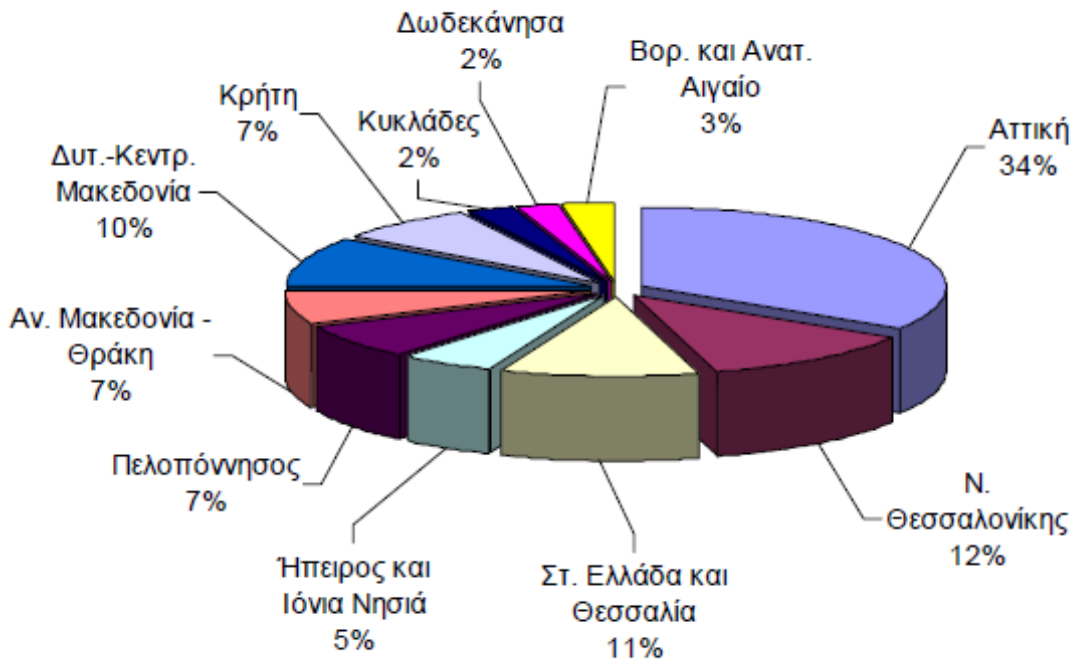
Ας μην μας διαφεύγει ότι η Ελλάδα είναι μια μικρή και φτωχή χώρα, όπου οι περισσότεροι Έλληνες διαθέτουν το δικό τους σπίτι, με ότι φυσικά συνεπάγεται αυτό σχετικά με την ποιοτική κατασκευή και το έτος κατασκευής (διάγράμματα 1.9, 1.10, 1.11) και επίσης ότι υστερούμε στην εκπαίδευση για την ορθολογική χρήση της ενέργειας!

Η διαπίστωση αυτή, έχει ιδιαίτερα δυσμενείς συνέπειες στο ενεργειακό ισοζύγιο της Χώρας, επιβαρύνει οικονομικά τον κάθε πολίτη, εκτινάσσει την αιχμή του φορτίου, υποχρεώνει στην ανεύρεση νέων πηγών εξυπηρέτησης αυτού, ενώ αναγκάζει μεγάλο κομμάτι του πληθυσμού της Χώρας να ζει υπό συνθήκες μη <άνεσης>.

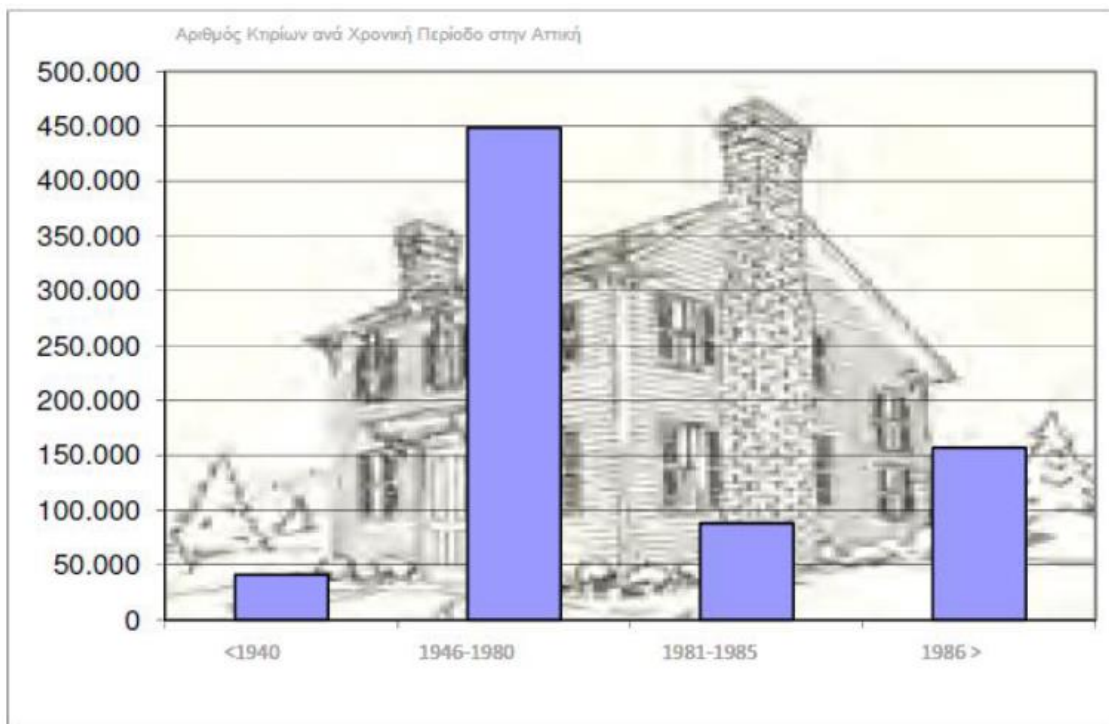


Διάγραμμα 1.9: Κατανομή επί της % των κατοικιών ανά περίοδο κατασκευής για χρονικό διάστημα από πριν το 1946 έως και μετά το 2011 [12], [17]

Η ποσοστιαία γεωγραφική κατανομή του πλήθους των κατοικιών της Ελλάδος για το 2010 παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1.10 [11].



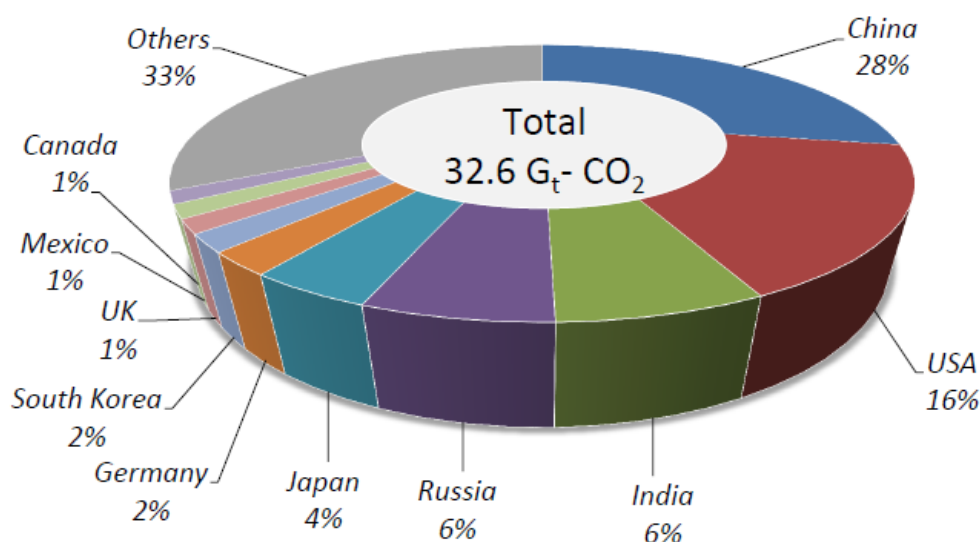
Διάγραμμα 1.10 Γεωγραφική κατανομή αριθμού κατοικιών έως το 2010 [11]



Διάγραμμα 1.11: Πλήθος κτηρίων ανά χρονική περίοδο κατασκευής στην Αττική [29]

## 1.6 Κλιματική αλλαγή και κτήρια

Η αλλαγή του κλίματος σηματοδοτεί τις επιπτώσεις μας στο περιβάλλον, είναι ήδη εμφανή τα αρνητικά της αποτελέσματα με τις έντονες και πολλές φορές απρόβλεπτες εμφανίσεις των καιρικών φαινομένων. Η σοβαρότητα των αναμενόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής κυμαίνεται ανάλογα με τον γεωγραφικό τόπο. Η ανατροπή της κλιματικής αλλαγής απαιτεί λήψη μέτρων για την αναστροφή αυτής της καταστροφικής πορείας τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε επίπεδο Κρατών, στόχο, στον οποίο συμβάλλουν θετικά τα **ZEB**.



Διάγραμμα 1.12: Παγκόσμια εκατοστιαία ποσοστά εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά το 2012 [80]

Οι δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής πρέπει να έχουν στόχο την στροφή του υφιστάμενου αναπτυξιακού μοντέλου, προς την κατεύθυνση μιας βιώσιμης, πράσινης οικονομίας χαμηλών ή και μηδενικών CO<sub>2</sub> με τη συνεισφορά της σύγχρονης τεχνολογίας (διάγραμμα 1.12). Το κόστος του περιορισμού των εκπομπών και της προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή για ένα κτήριο, μπορεί να εμφανίζεται αρχικά (κατά το στάδιο της μελέτης) υψηλό, αλλά κατά τη λειτουργία του θα αποδειχθεί ότι θα καταφέρει να αποσβέσει <σύντομα> το αρχικό υψηλό κόστος της μελέτης, της σχεδίασης και της κατασκευής και παράλληλα να παρέχει ζωή στον πλανήτη Γη και την ποιοτική ζωή σ' Εμάς [1], [11].

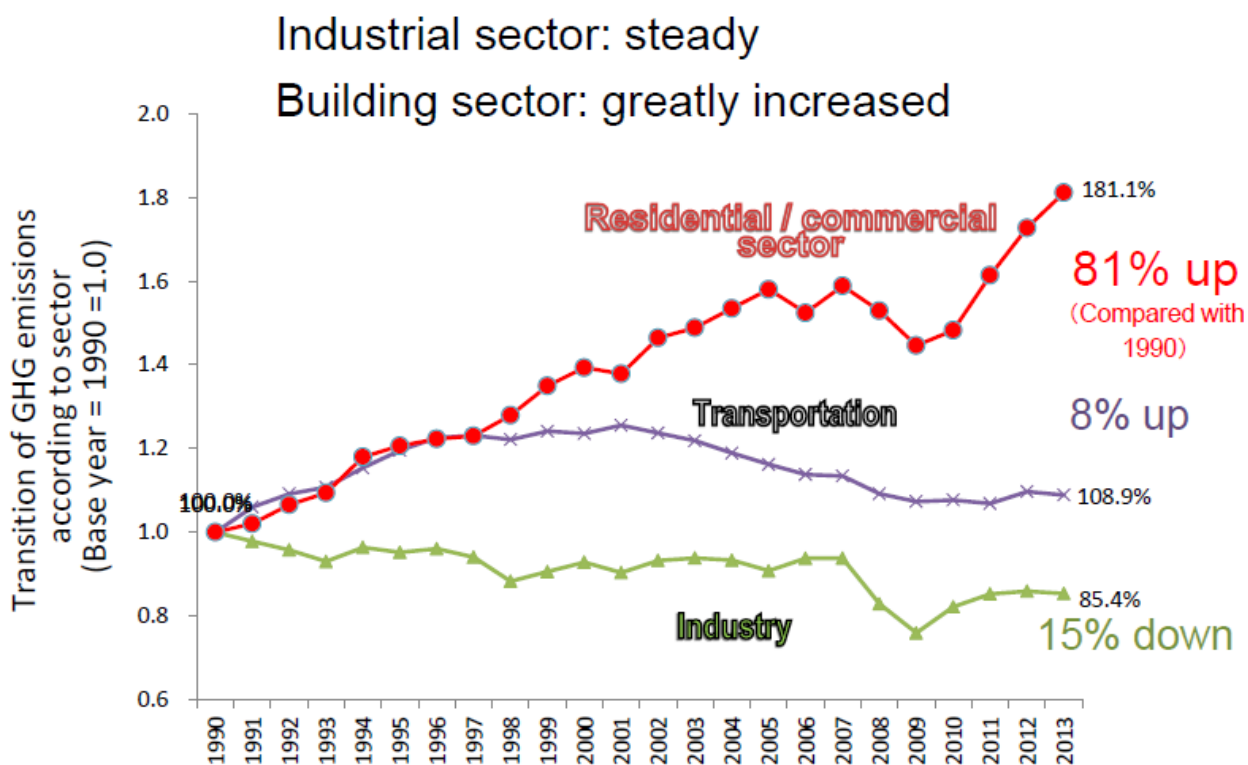
### 1.6.1 Κλιματική αλλαγή - κατανάλωση ενέργειας - συνθήκες άνεσης

Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στον κτηριακό τομέα σχετίζονται αφενός με την μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και αφετέρου με τη μεταβολή των συνθηκών του



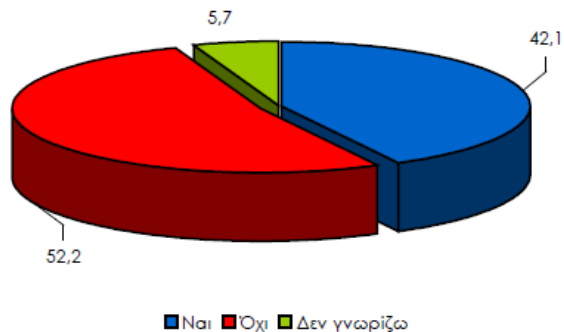
εσωτερικού κλίματος στα κτίρια που λειτουργούν <χωρίς ή με ελάχιστη συνεισφορά> ενέργειας, **ZEB** και **nZEB**, αντίστοιχα.

Η αύξηση της θερμοκρασίας (φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι συνάρτηση και των ρύπων GHG, όπου ο κάθε ενεργειακός τομέας συνεισφέρει με διαφορετικά ποσοστά, διάγραμμα 1 του πλανήτη, είναι προφανές ότι μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας για την επίτευξη της θερμικής άνεσης κατά την διάρκεια του χειμώνα, αλλά θα απαιτούνται μεγαλύτερα ποσά ενέργειας για την διατήρηση της <άνεσης> κατά την διάρκεια του καλοκαιριού!

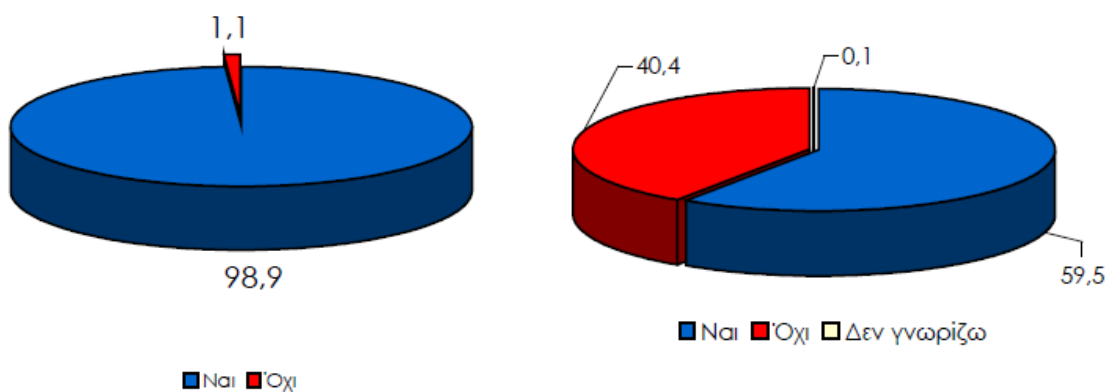


Διάγραμμα 1.13 : Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε κάθε τομέα από το 1990 [80]

Όσον αφορά τις συνθήκες <άνεσης> και κατά συνέπεια των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου, αυτές είναι συνάρτηση και των κτηριακών υποδομών, όπως της ύπαρξης ή μη θερμομόνωσης, των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης, κλιματισμού κλπ και του κλίματος της κάθε περιοχής (διαγράμματα 1.14, 1.15, 1.16, 1.17) [11].



Διάγραμμα 1.14: Ύπαρξη θερμομόνωσης σε κατοικίες [17]

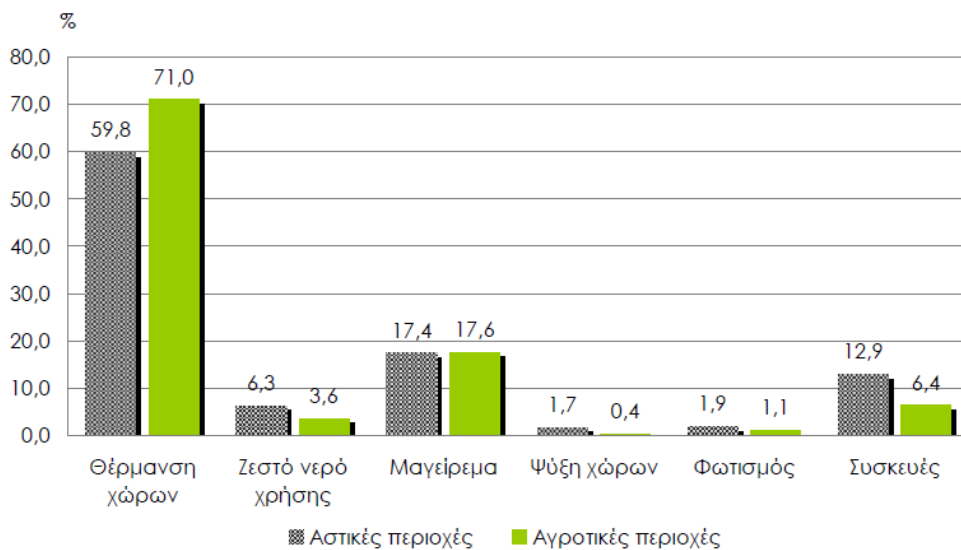


Διάγραμμα 1.15:

Ύπαρξη θέρμανσης σε κατοικίες [17]

Διάγραμμα 1.16:

Ύπαρξη συστήματος ψύξης σε κατοικίες [17]



Διάγραμμα 1.17: Κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας για κατοικίες σε αστικές και αγροτικές περιοχές [17]

### **1.6.1.1 Παράγοντες, επικρατούσες συνθήκες και καταναλισκόμενη ενέργεια για την υποστήριξη των κτηρίων**

Οι επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες και τα αίτια για τη συνεχώς αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση, είναι τα παρακάτω:

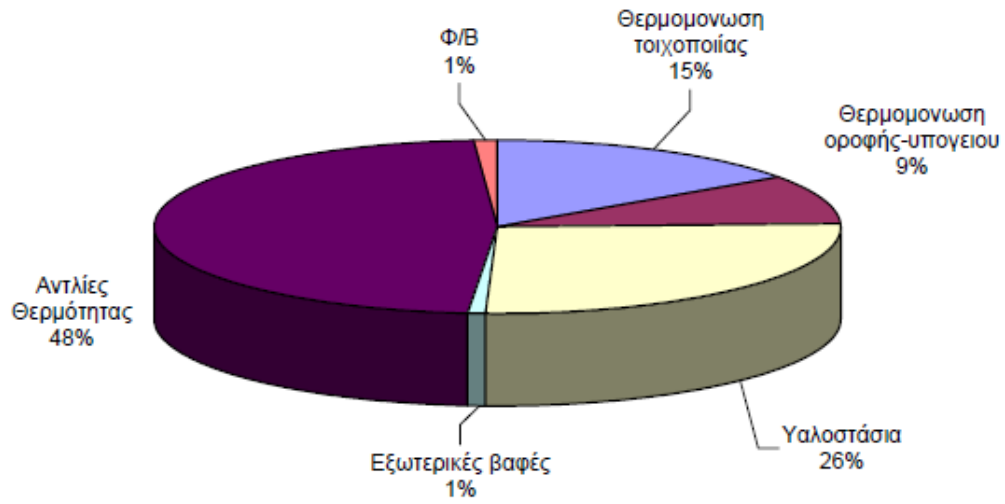
- Η αυξανόμενη θερμική υποβάθμιση των μεγάλων αστικών κέντρων της χώρας,
- Η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος,
- Η αδιατάρακτη άποψη της χρήσης παλαιών αρχών που αφορούν το κτηριακό (οικιακό και επαγγελματικό) σχεδιασμό και τη διαρρύθμιση των αστικών περιοχών, ταυτόχρονα με την αδιαφορία για την εκμετάλλευση του μικροκλίματος της κάθε περιοχής
- Η μεγάλη μερίδα κτηρίων κατασκευάστηκαν πριν το 1980, δίχως θερμομόνωση, και τα οποία απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν τις, με τα σημερινά επίπεδα αποδεκτές, συνθήκες <άνεσης> κατά τη διάρκεια του έτους
- Τα χαμηλής απόδοσης και σπάνιας ουσιαστικής συντήρησης, συστήματα ψύξης, θέρμανσης και κλιματισμού
- Η συρρίκνωση του πρασίνου της περιοχής και η μη χρήση του βιοκλιματικού σχεδιασμού
- Η έλλειψη σχετικής νομοθεσίας, για μεγάλο χρονικό διάστημα, σχετικά για την προστασία του περιβάλλοντος και την ενεργειακή κλάση των κτηρίων
- Οι κοινωνικοί και οικονομικοί παράγοντες καθώς η απαίτηση σχετικά με το επίπεδο που ορίζει ο κάθε άνθρωπος την <άνεση> του [11].

### **1.6.1.2 Δράσεις (ΕΕ και μη ) που / που θα συμβάλουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και της βελτίωσης της ενεργειακής τους κλάσης**

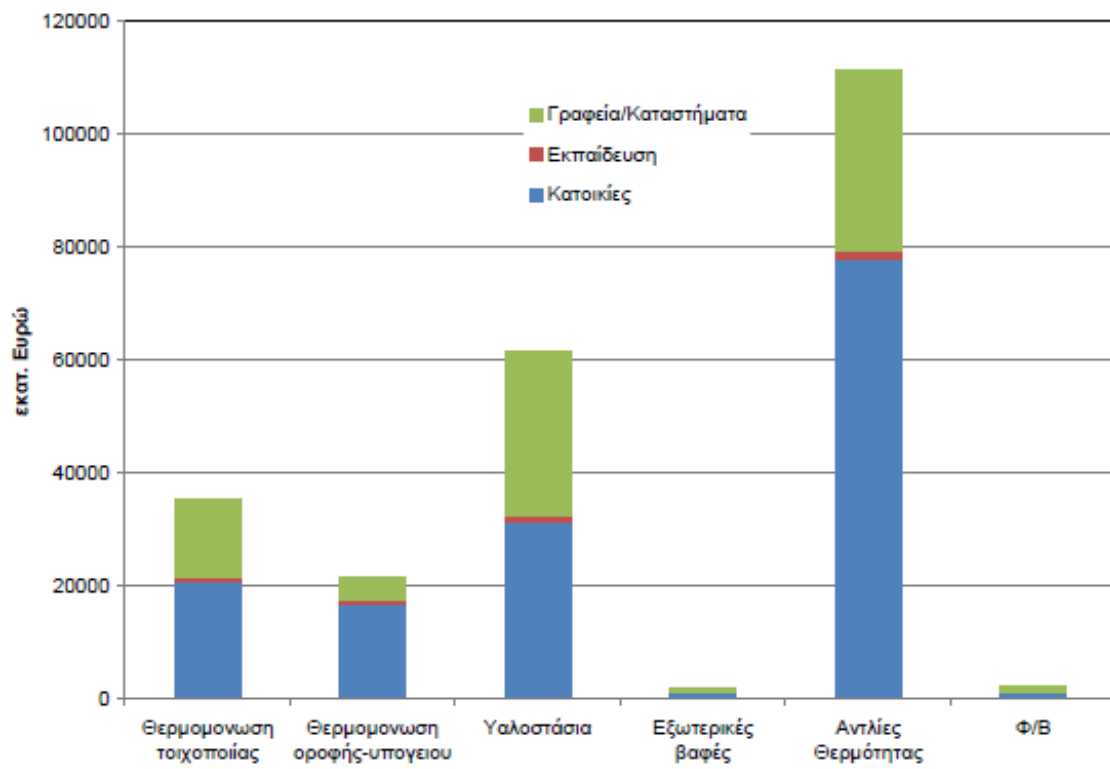
Τα εύστοχα σημεία όπου μπορούν να υπάρξουν κτηριακές και μη (στον άνθρωπο) ενεργειακές <επεμβάσεις - παρεμβάσεις> για την ελάττωση του προβλήματος είναι:

- μείωση των απαιτήσεων για την ψύξη και την θέρμανση, μέσω της φυσικής (δένδρα) και της τεχνητής (διατάξεις σκιάστρων ) σκίασης, της αξιοποίησης του φυσικού δροσισμού, της αποθήκευσης θερμικής ενέργειας στη μάζα του κτηρίου και την προτροπή για την χρησιμοποίηση υβριδικών συστημάτων
- κίνητρα για την ενεργειακή τους αναβάθμιση ή την εξ αρχής σχεδίαση και υλοποίηση σύγχρονων κτηρίων (διαγράμματα 1.1, 1.18 και 1.19)

- την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την αλλαγή της σκέψης και των απόψεων σε συνάρτηση με τα νέα ενεργειακά δεδομένα
- την αξιοποίηση της χρήσης των **ΑΠΕ** και των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού
- βήμα προς βήμα στην υλοποίηση των **ZEB** ή στην ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων δομών προς τον χαρακτηρισμό **ZEB** ή **nZEB**, ή **Net Zero Energy Building - NZEB**
- την αξιοποίηση της τεχνολογίας των νέων υλικών πχ στη θερμομόνωση και στην αεροστεγανότητα των κτηρίων
- Την επιλογή μηχανημάτων και διατάξεων, που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη των λειτουργιών του κτηρίου, με βάση την ενεργειακή τους απόδοση και δίδοντας μεγάλη προσοχή έτσι ώστε να έχουν την απαραίτητη ισχύ που απαιτείται για την υποστήριξη του κτηρίου, αποφεύγοντας τις υπερδιαστασιολογμένες μονάδες
- Την προσεκτική (συναρτήσει του προσανατολισμού του κτηρίου και των δυνατοτήτων του οικοπέδου) και επιβεβλημένη χρήση των ανοιγμάτων των κτηρίων για την αξιοποίησή του φυσικού φωτισμού και της ηλιακής ενέργειας
- Την επιλογή συστημάτων υψηλής (φωτιστικής και μη απόδοσης) για τον τεχνητό φωτισμό, όπου τόσο ο φωτισμός του κτηρίου (φυσικός ή τεχνικός) όσο και όλες οι υπόλοιπες διατάξεις θα ελέγχονται από το κτηριακό mini smart grid
- Την αποφυγή της παραμονής των ηλεκτρικών συσκευών σε κατάσταση stand by
- Την μελέτη για την ενεργειακή αναβάθμιση των υπάρχοντων διατάξεων ή την αντικατάστασή τους με νέες αποδοτικότερες και με νέες δυνατότητες στην λειτουργίας τους, όπου για παράδειγμα θα μπορούν να <κουμπώσουν> στο mini smart grid
- Την ανατροπή των υφιστάμενων απόψεων περί της <άνεσης> [11], [44].



Διάγραμμα 1.18: Ανάλυση επί της % του κόστους παρεμβάσεων του προς αναβάθμιση κτηριακού <σημείου> [11]



Διάγραμμα 1.19: Κόστος ενεργειακών αναβαθμίσεων ανά είδος κτηρίου και σημείου αναβάθμισης [11]

### 1.6.1.3 Ευρώπη – ενέργεια – προστασία περιβάλλοντος

Η ορθολογική διαχείριση της ενέργειας, στις τελικές της χρήσεις, αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της βιώσιμης ανάπτυξης και με βάση τον στόχο αυτό η εξοικονόμηση της ενέργειας αποτελεί σημείο κλειδί της πολιτικής της Ε.Ε..

Για την εκπλήρωση αυτών των προσδοκιών – απαιτήσεων η ΕΕ έχει θεσπίσει τις παρακάτω Οδηγίες (χρηματικές επενδύσεις, διάγραμμα 1.1) σχετικές με τις ΑΠΕ, την μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων και γενικότερα της προστασίας του περιβάλλοντος με την ελπίδα της παροχής ζωής στον Πλανήτη Γη.

- Οδηγία **93/76/ΕΟΚ** για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE).
- Οδηγία **2001/77/ΕΚ** για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οδηγία **2002/91/ΕΚ** για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Οδηγία **2003/30/ΕΚ** σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές.
- Οδηγία **2003/87/ΕΚ** σχετικά με τη θέσπιση συστήματος για την εμπορία των δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και την (τροποποίηση της οδηγίας **96/61/ΕΚ**).
- Οδηγία **2004/8/ΕΚ** για την προώθηση της χρήσης συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.
- Οδηγία **2006/32/ΕΕ** για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες (κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ).
- Οδηγία **2009/28/ΕΚ** σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (τροποποίηση και συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών **2001/77/ΕΚ** και **2003/30/ΕΚ**).
- Οδηγία **2009/29/ΕΚ** για τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της κοινότητας (τροποποίηση της οδηγίας **2003/87/ΕΚ**).
- Οδηγία **2009/33/ΕΚ** σχετικά με την προώθηση καθαρών και ενεργειακά αποδοτικών οχημάτων οδικών μεταφορών.
- Οδηγία **2009/125/ΕΚ** για τον οικολογικό σχεδιασμό (eco-design), όσον αφορά στα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα.
- Οδηγία **2010/30/ΕΕ** για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων από τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα (energy labeling, αναδιατύπωση **92/75/ΕΚ**).
- Οδηγία **2010/31/ΕΕ** για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων - αναδιατύπωση της **2002/91/ΕΚ** (EPBD).

Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ) [16].

#### 1.6.1.4 Ελλάδα – ενέργεια – προστασία περιβάλλοντος

Με βάση τις Οδηγίες της ΕΕ, σχετικές με την ενέργεια και την προστασία του περιβάλλοντος, έχουν θεσπιστεί και στην Ελλάδα (έστω και με καθυστέρηση) διατάξεις για την εφαρμογή τους (συγκεντρωτικός πίνακας 1.1).

- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος - Πλαίσιο) περί «Λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για τη Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000)
- 1985 - Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας»
- 1986 – Ν.1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος
- 1989 – Υ.Α. 3046/304 «Κτηριοδομικός Κανονισμός»
- 1992 – Ν.2052/92 περί «Μέτρων για την καταπολέμηση του αστικού νέφους»
- 1993 – Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης»
- 1995 – Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1995 – «Κανονισμός Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης»
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ- ΦΕΚ880Β/19-8-98) για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> με το καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» - Άρθρο 4: Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.
- 1999 – Υ.Α. 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Στρατηγική Εξοικονόμησης στα κτίρια: Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2001 – Ν.2831/00 – Τροποποίηση του ΓΟΚ (Ν.1577/85)- ΕΞΕ/ΑΠΕ
- 2002 – Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων»
- 2005-2006 – Επιτροπή εμπειρογνομόνων ΥΠΙΑΝ (Απόρριψη σχεδίου ΚΟΧΕΕ και αντικατάσταση με ΚΕΝΑΚ, Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών)
- Ν. 3661/2008 (ΦΕΚ 89/Α/2010) "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις"
- Ν. 3851/2010 για την «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις»
- Ν. 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» [16].

Πίνακας 1.1: Συγκεντρωτικά τα μέτρα της ενεργειακής πολιτικής [92]

A/A	Μέτρο πολιτικής για εξοικονόμηση ενέργειας	Αριθμός παρεμβάσεων	Διάρκεια υλοποίησης μέτρου	Διάρκεια ζωής μέτρου	Υπολογιζόμενη εξοικονόμηση τελικής ενέργειας (ktoe)
1	Πρόγραμμα "Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον"	70.000 κατοικίες	2011-2015	2014-2024+	82,4
2	Πρόγραμμα "Εξοικονομώ" στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης	104 Δήμοι	2011-2015	2014-2024+	3,7
3	Πρόγραμμα "Εξοικονομώ II" στους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης	139 Δήμοι	2011-2015	2014-2024+	8,3
4	Ενεργειακή αναβάθμιση κατοικιών	150.000 κατοικίες	2014-2020	2014-2024+	176,5
5	Ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίων κτιρίων	280 δημόσια κτίρια	2014-2020	2014-2024+	12,8
6	Ενεργειακή αναβάθμιση σε κτίρια σε κτίρια επαγγελματικής χρήσης	4.000 κτίρια	2014-2020	2014-2024+	33,9
7	Εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης με βάση το πρότυπο ISO 50001 σε φορείς του Δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα	3.600 κτίρια	2014-2020	2014-2024+	25,2
8	Ενεργειακή αναβάθμιση σε κτίρια επαγγελματικής χρήσης μέσω Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών	1.500 κτίρια	2014-2020	2014-2024+	50,8
9	Δράσεις εκπαίδευσης και επιμόρφωσης σε στελέχη του τριτογενούς τομέα	40.000 άτομα	2014-2020	2014-2024+	64,0
10	Ανάπτυξη ευφυών συστημάτων μέτρησης ενέργειας	60.000 μετρητές	2014-2015	2014-2024+	96,8
		160.000 μετρητές	2014-2016		
		5.540.000 μετρητές	2016-2020		
11	Αντικατάσταση παλαιών ελαφριών φορτηγών δημοσίου και ιδιωτικού τομέα	10.000 οχήματα	2014-2020	2014-2024+	11,3



A/A	Μέτρο πολιτικής για εξοικονόμηση ενέργειας	Αριθμός παρεμβάσεων	Διάρκεια υλοποίησης μέτρου	Διάρκεια ζωής μέτρου	Υπολογιζόμενη εξοικονόμηση τελικής ενέργειας (ktoe)
12	Αντικατάσταση παλαιών επιβατικών οχημάτων ιδιωτικού τομέα	50.000 οχήματα	2011-2015	2014-2024+	22,7
13	Υγραεριοκίνηση επιβατικών οχημάτων ιδιωτικού τομέα	10.000 οχήματα	2014-2020	2014-2024+	9,9
14	Αύξηση του ειδικού φόρου κατανάλωσης πετρελαίου θέρμανσης		2014-2020	2014-2020	225,1
15	Δράσεις ενημέρωσης και εκπαίδευσης σε χρήστες κατοικιών	75.000 νοικοκυριά	2014-2015	2014-2024+	19,6
16	Ανάπτυξη μετρό Θεσσαλονίκης		2017-2020	2017-2024+	21,4
17	Επέκταση μετρό Αθήνας		2013-2020	2013-2024+	29,34
<b>Συνολική ποσότητα τελικής ενέργειας που εξοικονομείται από τα μέτρα πολιτικής (ktoe)</b>					<b>893,8</b>

## 1.7 Προσδοκίες σχετικά με την ενεργειακή ζήτηση στην ΕΕ συναρτήσει της ενεργειακής αναβάθμισης των υπαρχόντων κτηρίων και της κλιματικής αλλαγής

Η προσδοκούμενη ενεργειακή ζήτηση των κτηρίων βασισμένη σε διάφορα ενεργειακά σενάρια για το 2050 είναι:

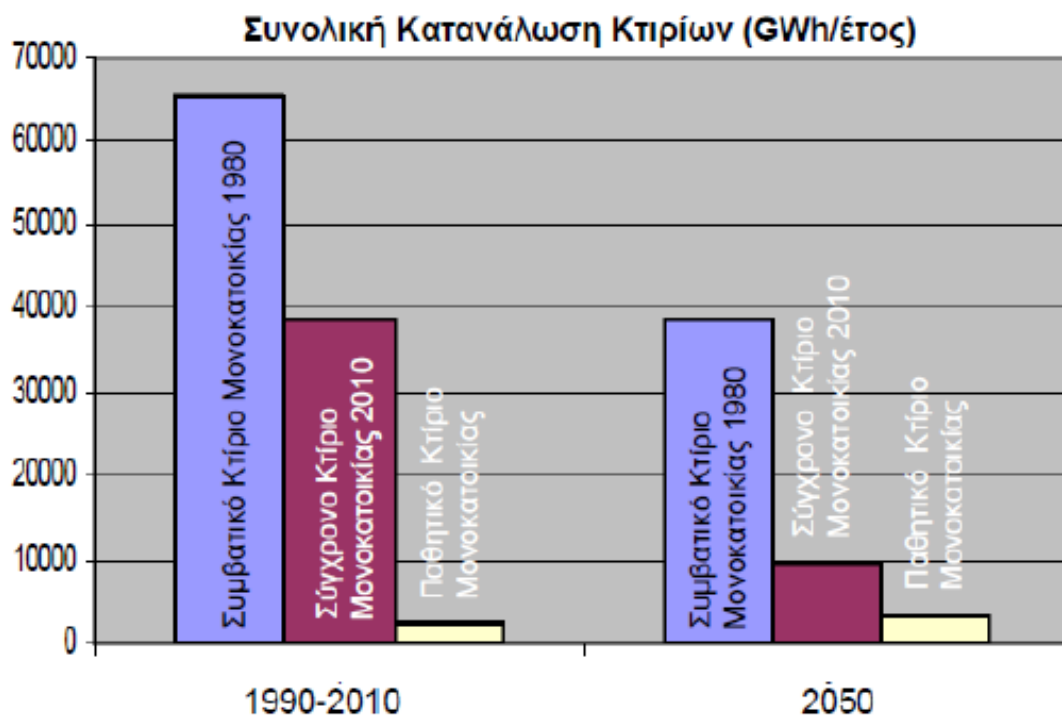
**Βέλτιστο Σενάριο :** Η κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη του κτηριακού αποθέματος, που αγγίζει τις 90000 GWh/year, παρά τις συνέπειες από την κλιματική αλλαγή, θα μπορούσε να μειωθεί από 5 έως 10000 GWh/year εάν αξιοποιηθούν σύγχρονες τεχνολογίες για την παραγωγή ενέργειας σε όλα τα κτίρια και ταυτόχρονα να βελτιωθούν σημαντικά οι κτηριακές δομές προς το επίπεδο των παθητικών κτηρίων.

**Αισιόδοξο Σενάριο :** Αν έως το 2050 τα συστήματα παραγωγής ενέργειας στα υπάρχοντα κτήρια έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και να έχει αναβαθμιστεί η ενεργειακή κλάση των κτηρίων (πριν το 1980) σε παθητικά κτήρια, η συνολική ζήτηση της ενέργειας θα κυμαίνεται από 22000 έως 25000 GWh/year

**Ρεαλιστικό Σενάριο :** Αν μέχρι το 2050 το 70 % των συστημάτων παραγωγής ενέργειας στα υπάρχοντα κτίρια παρουσιάζουν υψηλή απόδοση και να έχει αναβαθμιστεί το 60 % του κτιριακού

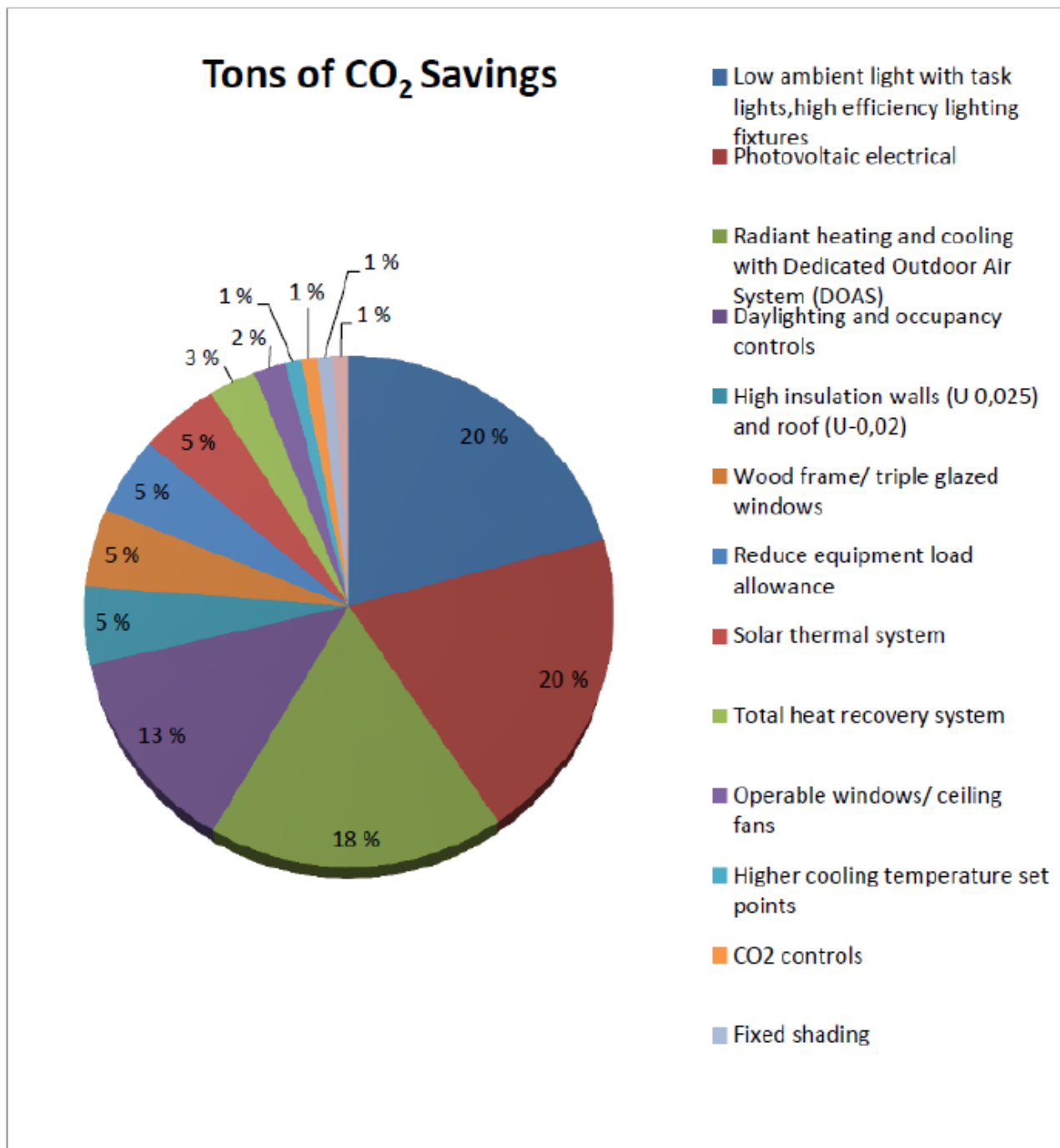
αποθέματος που κατασκευάστηκε πριν το 1980, η συνολική ζήτηση ενέργειας θα κυμαίνεται από 50000 έως 55000 GWh/year

**Καταστροφικό Σενάριο :** Στην περίπτωση όπου μέχρι το 2050 μόνο το 10 % των εγκατεστημένων συστημάτων παραγωγής ενέργειας, στα υπάρχοντα κτήρια, παρουσιάζουν υψηλή απόδοση ενώ τα υπόλοιπα θα είναι συμβατικά και παράλληλα να αναβαθμιστεί το 20 % του κτηριακού αποθέματος (κατασκευής προ του 1980) σε επίπεδο σύγχρονης κατασκευής, η συνολική ζήτηση ενέργειας θα υπερβεί τις 120000 έως 130000 GWh/year [11].

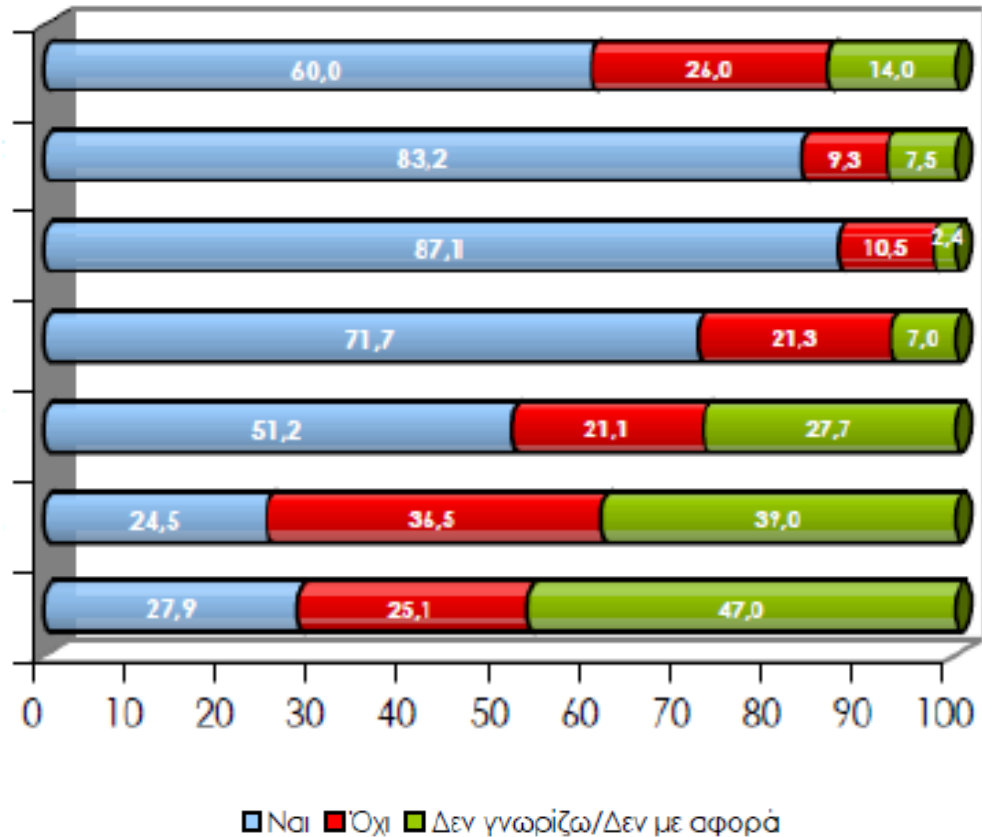


Διάγραμμα 1.20: Μεταβολή της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας για το 2010 και 2050 υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει ο διαχωρισμός των κατασκευών σε: α) των συμβατικών κτιρίων, β) των σύγχρονων κτιρίων και γ) των παθητικών κτιρίων [11]

## 1.8 Αποτελέσματα της ορθολογικής χρήσης της ενέργειας και της ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων στην εξοικονόμηση ενέργειας



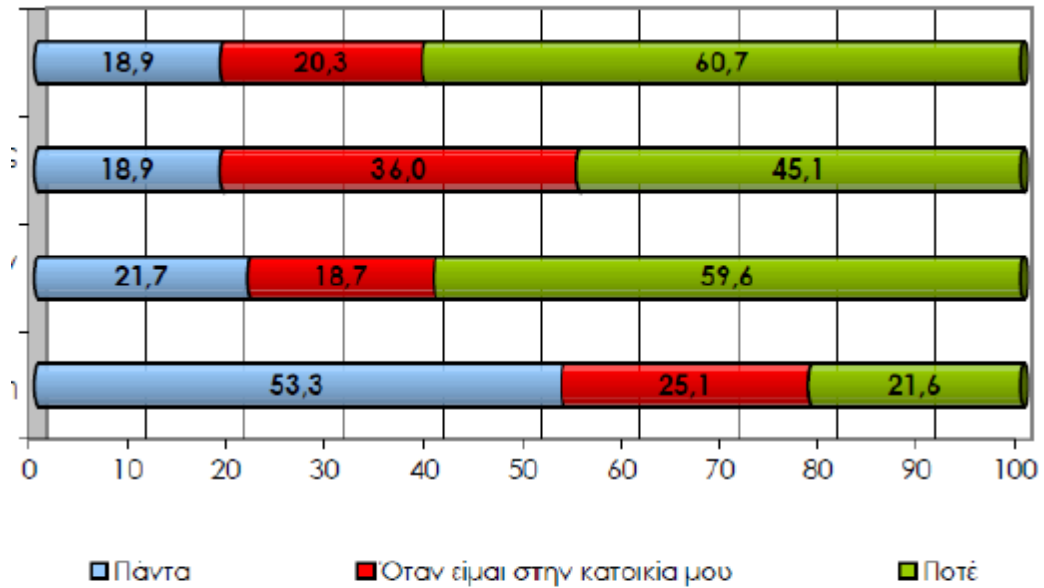
Διάγραμμα 1.21: Εκατοστιαία αποτελέσματα της μείωσης ρύπων CO<sub>2</sub> μέσω των ενεργειακών αναβαθμίσεων και της χρήσεως των ΑΠΕ [29]



(Κατά σειρά από πάνω προς τα κάτω):

- Αγορά οικιακών συσκευών με βάση την ενεργειακή τους σήμανση
- Χρήση τέντας και άλλων συστημάτων σκιασμού κατά τις ώρες ηλιοφάνειας το καλοκαίρι για ηλιοπροστασία
- Άνοιγμα παραθύρων, φεγγιτών οροφής κατά τη διάρκεια της ωύχτας το καλοκαίρι, για φυσικό δροσισμό
- Χρήση πλυντηρίου ρούχων / πιάτων με πλήρη πλύση
- Τακτική, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού
- Ρύθμιση θερμοστάτη ψύξης στους 26 έως 28 °C κατά τη θερινή περίοδο
- Ρύθμιση θερμοστάτη θέρμανσης στους 18 έως 20 °C κατά τη χειμερινή περίοδο

*Διάγραμμα 1.22: Πρακτικές αποδοτικότερης ενεργειακής συμπεριφοράς [17]*



(Κατά σειρά από πάνω προς τα κάτω):

- Περιφερειακές συσκευές Η/Υ
- Ηλεκτρονικός υπολογιστής
- Κονσόλα ηλεκτρονικών παιχνιδιών
- Τηλεόραση

Διάγραμμα 1.23: Ορθολογική χρήση της ενέργειας, κατανάλωση ενέργειας διαφόρων συσκευών όταν βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής (standby mode) [17]

**2**

## 2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

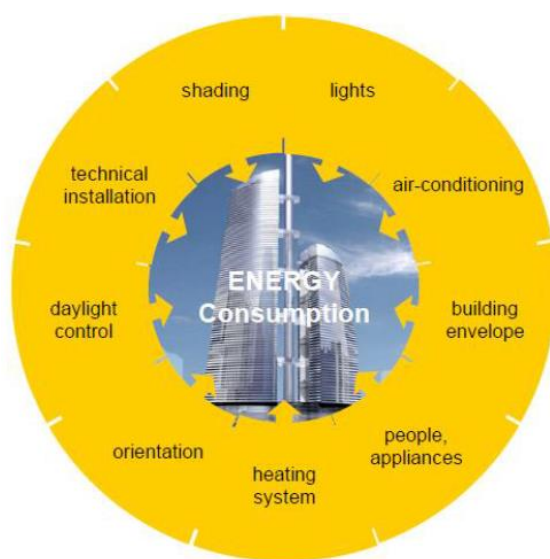
### 2.1 ZEB και Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Όπως έχει αναφερθεί, για την υλοποίηση **nZEB**, **ZEB** ή γενικότερα των **παθητικών κτηρίων**, είναι απαραίτητη η εφαρμογή της **βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής** για την ελαχιστοποίηση των ενεργειακών τους αναγκών και την προσαρμογή τους στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις.

Με την έννοια του βιοκλιματικού σχεδιασμού ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που λαμβάνει μεταξύ άλλων υπόψη του την τοπογραφία και τον προσανατολισμό του οικοπέδου, το μικροκλίμα της περιοχής, κατά τέτοιο τρόπο, που αφενός να περιορίζει τις επιπτώσεις από την επίδρασή τους στο κέλυφος του κτηρίου και αφετέρου να τα αξιοποιεί στην επίτευξη των συνθηκών της θερμικής άνεσης και της υγιεινής διαβίωσης των ανθρώπων στο εσωτερικό του και στον περιβάλλοντα χώρο του.

Αφού επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό του κτηρίου (εικόνα 2.1) μέσω των παθητικών τεχνολογιών αλλά και της χρήσης συσκευών υψηλής ενεργειακής κλάσης, οι υπόλοιπες ενεργειακές απαιτήσεις καλύπτονται από **ΑΠΕ**. Τότε μόνο αποκτά ουσιαστικό νόημα η εγκατάσταση συστημάτων αξιοποίησης των **ΑΠΕ** και το κτήριο έχει πραγματικά μηδενικό ή σχεδόν μηδενικό οικολογικό αποτύπωμα [15].

Αξιοσημείωτο, επίσης, είναι το γεγονός ότι μια αποτυχημένη αρχιτεκτονική κατασκευή όχι μόνο δεν ευνοεί την ψυχική ισορροπία του ατόμου αλλά προκαλεί πολλές ασθένειες και δυσλειτουργίες στον οργανισμό. Η καλή αρχιτεκτονική είναι απαραίτητα και βιοκλιματική [26].



Εικόνα 2.1: Παράγοντες που επιδρούν στη συνολική ενεργειακή απόδοση των κτηρίων [33]

Για την σχεδίαση ενός **ZEB, nZEB, NZEB**, οι σχεδιαστές Μηχανικοί πρέπει να λάβουν υπ' όψιν τους όχι μόνο την υγεία των χρηστών αλλά και να διασφαλίσουν την άνετη διαβίωση στον εσωτερικό ή τον περιβάλλοντα του κτηρίου χώρο. Σύμφωνα με τον Victor Olgyay ο όρος <άνεση> θα μπορούσε να περιγραφεί <ως το σημείο στο οποίο ο άνθρωπος είναι σε θέση να σταταλήσει τη μικρότερη δυνατή ενέργεια για να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του>. Η άνεση επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως από την εκάστοτε δραστηριότητα του ατόμου, την ένδυσή του, την ηλικία, το φύλο του και από τις επικρατούσες συνθήκες του εσωτερικού και του περιβάλλοντος χώρου του κτηρίου και ειδικότερα του τμήματός που συνήθως βρίσκεται ο άνθρωπος [26].

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, αποσκοπεί στην προσαρμογή και την ένταξη του κτηρίου στο φυσικό του περιβάλλον με την αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών, έχοντας ως στόχο τον περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων, χωρίς όμως να διαταράσσονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης των χρηστών. Οι στόχοι της **ΕΕ** για περιορισμό των ενεργειακών καταναλώσεων και τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτηρίων οδηγούν στην αναζήτηση τεχνικών δόμησης, οι οποίες θα εξασφαλίζουν συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτηρίων, καλύπτοντας κατά το δυνατόν τις ενεργειακές τους ανάγκες από φυσικές πηγές ενέργειας συμβάλλοντας έτσι στην αναστροφή του φαινομένου του θερμοκηπίου με την ταυτόχρονη λογική ένταξη του κτηρίου στο φυσικό του περιβάλλον, κατά συνέπεια οι στόχοι αυτοί ακολουθούν τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Με βάση τα ανωτέρω, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός διασφαλίζει:

- Το καθαρότερο περιβάλλον, μειώνοντας τους παραγόμενους ρύπους από την κατανάλωση καυσίμων.
- Την εξοικονόμηση της ενέργειας, περιορίζοντας τις απαιτήσεις κατανάλωσης από τις συμβατικές πηγές ενέργειας και ταυτόχρονα την απεξάρτηση απ' αυτές.

Ουσιαστικά, επιδιώκεται στο μεγαλύτερο δυνατό βαθμό η αξιοποίηση ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ καθώς και η εκμετάλλευση των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Η δέσμευση, η αποταμίευση και η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας κατά τη χειμερινή περίοδο αξιοποιείται για τη θέρμανση του κτηρίου, αντίστοιχα, αλλά εκ διαμέτρου αντίθετα, η αξιοποίηση του ανέμου και της σκίασης κατά τη θερινή περίοδο συμβάλλουν στο δροσισμό του και παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας. Από την άλλη πλευρά όμως εξίσου σημαντική είναι και η προστασία του κτηρίου από την υπερθέρμανση του κατά τη διάρκεια του θέρους και από τους ισχυρούς ανέμους οι οποίοι του αφαιρούν θερμότητα κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εφαρμόζεται ευκολότερα στην ύπαιθρο και στα προάστια των πόλεων και δυσκολότερα στα αστικά κέντρα λόγω του ότι τα κτήρια στις πρώτες περιπτώσεις, συνήθως, είναι πανταχόθεν ελεύθερα [28].



## 2.2 Παθητικά κτήρια

### 2.2.1 Παθητικό κτήριο - το τέλειο nZEB

Από την επικύρωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, τα 28 κράτη Μέλη της ΕΕ προσπαθούν να διαμορφώσουν τους δικούς τους ορισμούς που θα αφορούν τα Κτήρια Σχεδόν Μηδενικής Ενέργειας, τα οποία θα απαιτηθούν κατά την κατασκευή από το 2020. Η κλασσική παθητική σχεδίαση προσφέρει ήδη μια εξαιρετικά αποδοτική και οικονομικά βιώσιμη λύση που μπορεί να συνδυαστεί αποτελεσματικά με τις ΑΠΕ.

Οι πέντε βασικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη σε όλες τις περιπτώσεις είναι:

- Βέλτιστο επίπεδο θερμομόνωσης
- Θερμομονωτικά κουφώματα με υαλοπίνακες υψηλής ποιότητας
- Κατασκευή χωρίς θερμικές γέφυρες
- Αεροστεγές περίβλημα κτηρίου
- Εξαερισμός με ανάκτηση θερμότητας [81]

### 2.2.2 10 λόγοι για τους οποίους το Παθητικό κτήριο προσφέρεται ως βάση για ZEB

Όπως έχει αναφερθεί, τα κτήρια με χαμηλή ή μηδενική κατανάλωση ενέργειας είναι αυτά που χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή απόδοση και ταυτόχρονα αξιοποιούν τις ΑΠΕ. Οι ακόλουθοι 10 λόγοι εξυμνούν τα παθητικά κτήρια λόγω των σαφώς καθορισμένων κριτηρίων τους:

1. Το Παθητικό κτήριο αποτελεί μια ολοκληρωμένη και προηγμένη ιδέα που βλέπει το κτήριο στο σύνολό του. Εξαιτίας αυτής της γενικής προσέγγισης, αποφεύγονται λάθη στον προϋπολογισμό της κατασκευής και το τελικό κόστος είναι αισθητά μειωμένο από επιπλέον δαπάνες.
2. Η παθητική σχεδίαση έχει αποδειχθεί επιτυχής στην πράξη για πάνω από 20 χρόνια.
3. Η παθητική κατασκευή είναι διαθέσιμη σε όλους, διασφαλίζει την ποιότητα (άνεση) και δεν είναι μια πατενταρισμένη ιδέα.
4. Η έννοια του παθητικού κτηρίου είναι κατάλληλη για νέα κτήρια όπως και για ενεργειακές ανακατασκευές. Όλοι οι τύποι των προσφερόμενων δομικών υλικών μπορούν να αξιοποιηθούν, αρκεί να πληρούν κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές.

5. Η παθητική σχεδίαση συνδυάζεται με οποιοδήποτε αρχιτεκτονικό στυλ και δεν απαιτεί ιδιαίτερη κατασκευή. Όλοι οι τύποι των κτηρίων μπορούν να κατασκευαστούν με βάση τον παθητικό σχεδιασμό, όπως, μονοκατοικίες, διαμερίσματα, κτηριακά μπλοκ, σχολεία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.
6. Η σύνδεση της παθητικής σχεδίασης ταυτόχρονα με την σχολαστική υλοποίηση της κάθε σχεδιαστικής λεπτομέρειας και την επιλογή των καταλληλότερων από οικονομοτεχνικής πλευράς πρώτων υλών και εξαρτημάτων, οδηγούν στο βέλτιστο επίπεδο ενεργειακής απόδοσης. Η ποιότητα του τελικού αποτελέσματος επαληθεύεται μέσω της ενεργειακής πιστοποίησης.
7. Τα τρέχοντα ερευνητικά προγράμματα είναι αφιερωμένα στη συνεχή εξέλιξη του παθητικού σχεδιασμού. Επίσης προσφέρονται πολλά εκπαιδευτικά μεταπτυχιακά προγράμματα μέσω Σχολών σε όλα τα Κράτη με σκοπό την περαιτέρω κατάρτιση αρχιτεκτόνων και μηχανικών στο παθητικό κτήριο.
8. Μακροπρόθεσμα, το συνολικό κόστος των παθητικών κτηρίων είναι χαμηλότερο από αυτό των κλασσικών κτηρίων που κατασκευάστηκαν έως σήμερα, λόγω του χαμηλού ενεργειακού λειτουργικού κόστους για την επίτευξη των συνθηκών άνεσης του ανθρώπου.
9. Τα παθητικά κτήρια καταναλώνουν πολύ λίγη ενέργεια εξαιτίας της βέλτιστης θερμομόνωσης και της υψηλής ενεργειακής απόδοσης των μονάδων για την λειτουργική τους υποστήριξη.
10. Τέλος, με την εφαρμογή της παθητικής σχεδίασης, είναι εφικτή η υλοποίηση της ιδέας για τα ZEB [81].

### 2.3 Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ενώ τα τελευταία χρόνια καθιερώθηκε διεθνώς ο όρος <βιοκλιματικός σχεδιασμός> χρησιμοποιούνται και άλλοι ορισμοί, όπως, ο <ενεργειακός σχεδιασμός> και ο <παθητικός ηλιακός σχεδιασμός>. Η ονομασία αυτή ανταποκρίνεται πληρέστερα στην αντίληψη εναρμόνισης των κτηρίων με το μικροκλίμα τους και το περιβάλλον τους, διασφαλίζοντας παράλληλα την άνετη και την υγιεινή διαβίωση του ανθρώπου μέσα σε αυτά και στον εξωτερικό χώρο αυτών.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα **παθητικά συστήματα (παθητικές τεχνολογίες)** που χρησιμοποιούνται στα κτήρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για τη θέρμανση, την ψύξη και τον φυσικό φωτισμό των χώρων. Ο βιοκλιματικός

σχεδιασμός, αν και θα έπρεπε να θεωρείται πρωταρχικός στόχος επί της μελέτης και της σχεδίασης και της υλοποίησης των κτηρίων, θεωρείται από πολλούς ως μία νέα ιδέα στην αρχιτεκτονική η οποία σχετίζεται περισσότερο με την οικολογία παρά με την εξοικονόμηση της ενέργειας, ενώ αποτελεί απαίτηση για τη μείωση των ενεργειακών αναγκών που αποτελεί πρόδρομο των **ZEB**.

Ένας σημαντικός λόγος για τον οποίο αξίζει να προωθηθεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι αυτός της αρχιτεκτονικής ποιότητας με σημαντικό όφελος για περιβάλλον. Τα κτήρια με περισσότερες φυσικές και λιγότερο τεχνητές εισροές ενέργειας είναι ποιοτικότερα και προσφέρουν την επιθυμητή άνεση στους ανθρώπους. Η φύση δέχεται λιγότερη ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω του περιορισμού στη χρήση των συμβατικών καυσίμων, τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι οικολογικά και η αξιοποίηση των προσφερόμενων δυνατοτήτων της περιοχής πραγματοποιείται με συνετό τρόπο. Αυτό σημαίνει πως κάθε κτήριο κατασκευάζεται με υλικά που βρίσκονται στον τόπο κατασκευής του, στο άμεσο περιβάλλον του γιατί ακόμα και η μεταφορά πρώτων υλών από άλλες περιοχές δεν επιτρέπει τη θεώρηση ενός κτίσματος ως βιοκλιματικό, εφόσον έχει δαπανηθεί για την ανέγερσή του περισσότερη ενέργεια από την τελείως αναγκαία.

Οι κυριότερες παράμετροι της σύγχρονης βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και να μελετώνται προσεκτικά πριν την υλοποίηση του κτηρίου, έτσι ώστε αυτό να θεωρηθεί οικολογικό, είναι οι εξής:

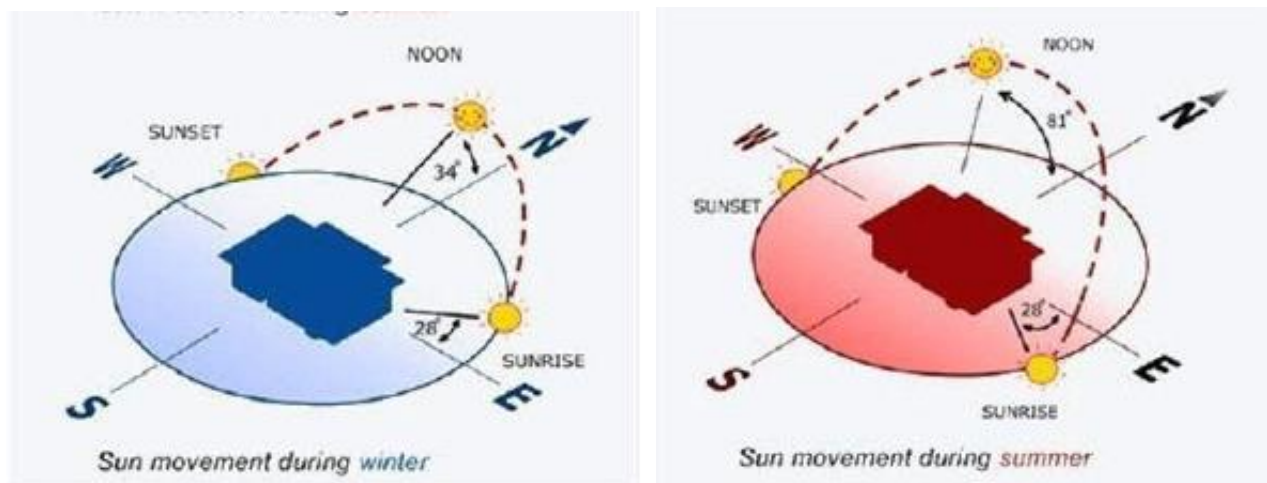
- 1) Ο περιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας που δεν παράγεται από **ΑΠΕ**
- 2) Η εξοικονόμηση νερού
- 3) Η αποφυγή της υπερθέρμανσης των κτηρίων
- 4) Βιοκλιματικός σχεδιασμός περιβάλλοντος κτηρίων, που περιλαμβάνει:
  - α. τη διαμόρφωση των ακάλυπτων χώρων
  - β. την αξιοποίηση της ροής του ανέμου
  - γ. την κατάλληλη δενδροφύτευση συναρτήσει του προσανατολισμού του κτηρίου
  - δ. την επιλογή των οικοδομικών υλικών και μεθόδων με βάση οικολογικά κριτήρια [26].

### **2.3.1 Βιοκλιματική Μορφολογία του κτηρίου**

Όπως έχει αναφερθεί, τα κτήρια πρέπει να σχεδιάζονται βάσει του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των αρχών της παθητικής σχεδίασης, με την ταυτόχρονη αξιοποίηση των ΑΠΕ, ώστε αφενός να εξοικονομούν ενέργεια κατά την ενεργειακή τους υποστήριξη έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μικρότερη δυνατή επιβάρυνση του περιβάλλοντος από πλευράς ρύπων.

Ο όρος <ενεργειακός σχεδιασμός> ή <βιοκλιματικός σχεδιασμός> ή <ηλιακή αρχιτεκτονική> αναφέρεται στο σχεδιασμό που λαμβάνει υπόψη του το μικροκλίμα της περιοχής με τρόπο ώστε η κτηριακή δομή να τις αξιοποιεί και να τις αντιμετωπίζει για να παρέχει με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό τις βέλτιστες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους ανθρώπους.

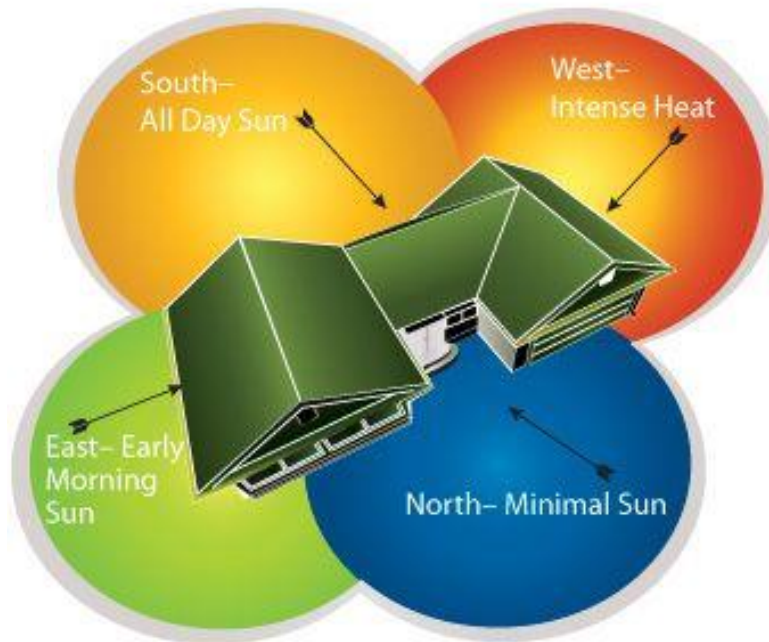
Στη χειμερινή περίοδο, ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών από αγωγιμότητα, αερισμού και εξάτμισης, επιτρέποντας μόνον τον απαραίτητο για λόγους υγιεινής αερισμό, και στην μέγιστη αξιοποίηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία. Κατά την θερινή περίοδο ο ενεργειακός σχεδιασμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της θερμικής προσόδου εξ αιτίας της ηλιακής ακτινοβολίας και στη βελτιστοποίηση των διαφόρων μεθόδων φυσικού δροσισμού, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη και να αποτραπεί η χρήση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για τον κλιματισμό του κτηρίου [27].



Εικόνα 2.2 : Διαφορά στην τροχιά του Ήλιου κατά την περίοδο του Χειμώνα και του Καλοκαιριού [52]

Για να επιτευχθούν ευκολότερα οι παραπάνω στόχοι είναι πολύ σημαντικό να γίνεται διαχωρισμός των κτηρίων σε θερμικές ζώνες. Βασικό μας μέλημα για την **ορθή τοποθέτηση** ενός κτηρίου στο οικοπέδο, είναι η εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού του κτηρίου από τις 09.00 έως 15.00 καθημερινά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το κτήριο τοποθετείται συνήθως προς τη βορεινή πλευρά ενός οικοπέδου αλλά για την ακριβή του θέση αξιοποιούνται οι ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες ή διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους και προσδιορίζουν επαρκώς τη διάρκεια του ηλιασμού και την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας (εικόνα 2.2). Με τη χρήση των ηλιακών χαρτών αντιλαμβανόμαστε για ένα οικοπέδο που βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, πώς επηρεάζεται ο σκιασμός του από τα δέντρα, τους λόφους και τα γύρω κτήρια και έτσι καθορίζεται ποιος είναι ο ελεύθερος χώρος του, όπου ο ηλιασμός του κτηρίου θα είναι ανεμπόδιστος. Οι νότιες προσόψεις είναι ιδανικές για τη συλλογή και την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας (εικόνα 2.3).

Το **σχήμα ενός κτηρίου**, στην περίπτωση του βιοκλιματικού σχεδιασμού, είναι συνάρτηση και του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής.



*Εικόνα 2.3: Προσανατολισμός του κτηρίου για την μέγιστη αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας [77]*

Σύμφωνα με έρευνες, ένα κτήριο επίμηκες στον άξονα Ανατολής - Δύσης με διαφορετικές αναλογίες στις διαστάσεις του προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και αποτελεί συνήθως τη βέλτιστη λύση. Για να διασφαλιστεί ο ηλιασμός όλου του εσωτερικού χώρου από τα ανοίγματα της νότιας πλευράς, θα πρέπει το βάθος του κτηρίου να μην είναι μεγαλύτερο από 2.5 φορές το ύψος του παραθύρου με αφετηρία το δάπεδο, γεγονός που εξασφαλίζει ταυτόχρονα και τον επαρκή φυσικό φωτισμό στο χώρο.

Ένα κτήριο χαρακτηρίζεται ως <κλειστό>, όταν η επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας του είναι δυσανάλογα μεγάλη σε σχέση με τη διαφανή (ανοιγόμενη ή μη), ενώ, όταν οι επιφάνειες αυτές είναι συγκρίσιμες, χαρακτηρίζεται ως <ανοιχτό>. Η ανοιχτή μορφολογία επιλέγεται όταν ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι νότιος ή νοτιοανατολικός και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του, έτσι ώστε να αξιοποιούνται τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Η επιλογή της κλειστής μορφολογίας απαιτεί καλή θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων, γιατί η μείωση των θερμικών απωλειών μπορεί να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά κέρδη.

Τα κτήρια που είναι τελείως ελεύθερα από όλες τις πλευρές τους ή βρίσκονται στο τέλος μιας σειράς κτηρίων, έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες σε σχέση με αυτά που έχουν μικρότερη επιφάνεια σ' επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης, τα κτήρια που βρίσκονται σ' επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα κτήρια

που διαθέτουν πυλωτή, παρουσιάζουν όμως συχνά προβλήματα υγραμόνωσης. Συνεπώς το βέλτιστο είναι μια ενδιάμεση λύση! [28].

### 2.3.2 Επιδράσεις των περιβαλλοντικών συνθηκών στην περιοχή του κτηρίου (μικροκλίμα)

Το κάθε κτήριο αποτελεί μια ξεχωριστή κατασκευή, το οποίο με την ένταξή σε ένα ευρύτερο αστικό ή μη περιβάλλον αλληλεπιδρά συνεχώς με αυτό <καθορίζοντάς> έτσι και τις ενεργειακές του ανάγκες.

Η κατά τα τελευταία χρόνια αύξηση της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, όπως επίσης και η χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, από ποιοτικής και ποσοτικής πλευράς, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτήρια. Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Λαμβάνοντας υπ' όψιν το γεγονός ότι ο κάτοικος των αστικών κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτηρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία, ψυχής και σώματος, όσο και στην παραγωγικότητά του [27], [28].



Εικόνα 2.4: Επιδράσεις οι οποίες συμβάλουν στην άνεση των ανθρώπων [82]

Ένα εσωτερικό μικροκλίμα που δεν ικανοποιεί τις συνθήκες άνεσης, έχει σημαντικές επιδράσεις, συναρτήσε του χρόνου, στην σωματική και ψυχική υγεία των ανθρώπων, όπως:

- Μπορεί να περιέχει μη φιλικές για τον άνθρωπο ουσίες που να ευνοούν τον πολλαπλασιασμό, ή ακόμη και τη μεταφορά ασθενειών, μέσω των αεραγωγών του κλιματισμού
- Μπορεί να είναι στρεσογόνο, πχ όταν ο άνθρωπος δεν αισθάνεται ασφαλής
- Μπορεί να δημιουργεί στον άνθρωπο, συναρτήσει του φωτισμού, συνθήκες ευφορίας, δυσφορίας ή κατάθλιψης

Τα στοιχεία εκείνα που κάνουν έναν χώρο άνετο και ευχάριστα βιώσιμο είναι:

- η θερμική άνεση
- η οπτική άνεση
- η εσωτερική ποιότητα του αέρα
- η ακουστική ποιότητα του χώρου [26].

### 2.3.2.1 Θερμική άνεση

Με τον όρο θερμική άνεση, εκφράζεται το πόσο άνετα αισθάνεται ο άνθρωπος σε ένα χώρο συναρτήσει της θερμοκρασίας, της υγρασίας του χώρου και της θερμοκρασίας του. Η θερμική άνεση είναι ένας συνδυασμός της ψυχολογικής και της οργανικής κατάστασης του ατόμου, όπως:

- την προσωπική του διάθεση
- τη διαρρύθμιση του χώρου στον οποίο βρίσκεται
- τον μεταβολισμό του
- τον ρουχισμό του
- την θερμοκρασία του σώματος του
- την θερμοκρασία του αέρα
- την τοπική θερμική δυσφορία
- την σχετική υγρασία
- την μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών
- την ταχύτητα του αέρα
- την κατακόρυφη ασυμμετρία της θερμοκρασίας του αέρα

Κάθε μεταβολή των ανωτέρω, δημιουργεί και μια άμεσα αντιληπτή μεταβολή στο **δείκτη** της **θερμικής άνεσης**. Κατά την **ASHRAE** ( **American Society of Heating Refrigerating and Air - conditioning Engineers**) το 80% των ατόμων αισθάνεται θερμικά άνετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5 °C και 25 °C (με σχετική υγρασία 50%). Η πιο ευχάριστη θερμοκρασία είναι από 18 °C έως 20 °C για τον άνθρωπο όταν αναπαύεται και 15 °C έως 18 °C όταν εργάζεται, ανάλογα με το είδος της εργασίας [26], [27].

Σε ένα καλά θερμαινόμενο χώρο, οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ του εσωτερικού αέρα και των τοίχων είναι πολύ μικρές. Αυτό σημαίνει πολύ μικρή και χαμηλής ταχύτητας κυκλοφορία κρύων αερίων μαζών, όπου αυτό συνεπάγεται τη δημιουργία θερμικής άνεσης. Για το λόγο αυτό είναι σημαντικό η εξωτερική τοιχοποιία, με την υποστήριξη της θερμομόνωσης, να παραμένει στα επιθυμητά επίπεδα θερμής, διότι όσο υψηλότερη είναι η επιφανειακή θερμοκρασία της τόσο καλύτερο το εσωτερικό μικροκλίμα του κτηρίου κατά την χειμερινή περίοδο.

Το κέλυφος των κτηρίων αποτελεί έναν σημαντικό ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία των συνθηκών της θερμικής άνεσης, με το να αξιοποιεί τα θετικά, κατά περίπτωση, κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια [27]. Όπως έχουμε προαναφέρει, το αίσθημα της **θερμικής άνεσης**, δημιουργείται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των θερμορρυθμιστικών λειτουργιών στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου οργανισμού.

Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με την ακτινοβολία, την αγωγιμότητα, την κυκλοφορία του αέρα, την εξάτμιση του ιδρώτα και την αναπνοή. Το θερμορρυθμιστικό σύστημα λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο αισθάνεται <θερμικά άνετα>. Σε δυσμενείς όμως συνθήκες κρύου ή ζέστης, το σώμα <χάνει>, πολύ περισσότερη θερμότητα από όση θα έπρεπε, ή αντίστοιχα αδυνατεί να αποβάλει το πλεόνασμα της παραγόμενης θερμότητας, και τότε παύει να ισχύει για τον άνθρωπο ο ορισμός της θερμικής άνεσης. Η κατάσταση επιδεινώνεται σημαντικά όταν ταυτόχρονα με τις δυσμενείς από πλευράς κρύου ή ζέστης συνθήκες, υπάρχει και αυξημένη υγρασία, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον, για τα χρονικά διαστήματα που ο άνθρωπος είναι εκτός των κτηρίων.

Στην περίπτωση του βιοκλιματικού σχεδιασμού μιας κατοικίας, απαιτείται μια προσεχτική ισορροπία μεταξύ της γεωμετρίας, του προσανατολισμού και των θερμικών ιδιοτήτων της εξωτερικής θερμομόνωσης. Το επιθυμητό αποτέλεσμα, κατά την χειμερινή περίοδο, είναι να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί ένα κτήριο στο οποίο η διαφορά μεταξύ θερμικών απωλειών και θερμικών κερδών, να είναι σχετικά μικρή. Η θερμική άνεση αποκτά μεγαλύτερη βαρύτητα στα ηλιακά κτίρια, τα οποία εν μέρει ή εξολοκλήρου εξαρτώνται από την ηλιακή ακτινοβολία για την κάλυψη των ενεργειακών τους αναγκών. Ο τρόπος που η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται, αποθηκεύεται και διανέμεται στο κτήριο, επηρεάζει σημαντικά την άνεση των χρηστών του κτηρίου, γιατί το ανθρώπινο σώμα είναι περισσότερο ευαίσθητο στη ροή της θερμότητας από ότι στη θερμοκρασία [27].



Συνεπώς, οι στόχοι, αναφορικά με τη θερμική άνεση, είναι:

- η ορθή τοποθέτηση (προσανατολισμός) του κτηρίου εντός του οικοπέδου
- η φυσική και η τεχνική σκίαση
- η λειτουργικότητα των χώρων
- η μορφή του κτηρίου, συναρτήσει του γεωγραφικού πλάτους
- η επιλογή των κατάλληλων μονωτικών υλικών συναρτήσει των εξωτερικών δομικών στοιχείων
- η κατάλληλη επιλογή των δομικών στοιχείων για την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας
- η εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση

### 2.3.2.1.1 Το κλίμα και η επίδρασή του στο σχεδιασμό του κτηρίου

Το κλίμα (γενικότερα και ειδικότερα) στα διάφορα μέρη του πλανήτη, μπορεί να ταξινομηθεί σύμφωνα με τη θερμοκρασία που ορίζεται η θερμική άνεση, ως εξής:

- **Κρύα** κλίματα: κατά τη χειμερινή περίοδο, η μέση εξωτερική θερμοκρασία είναι μικρότερη ή σημαντικά μικρότερη από το χαμηλότερο επίπεδο της θερμικής άνεσης, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, η μέση εξωτερική θερμοκρασία είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του επιπέδου της υψηλής θερμοκρασιακής άνεσης.
- **Ζεστά** κλίματα: κατά τη χειμερινή περίοδο, η μέση εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του επιπέδου της χαμηλής άνεσης, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, η μέση εξωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του επιπέδου της υψηλής θερμικής άνεσης.
- **Ενδιάμεσα** κλίματα: κατά τη χειμερινή περίοδο, επικρατούν συνθήκες αντίστοιχες με εκείνες των ψυχρών κλιμάτων, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, επικρατούν συνθήκες αντίστοιχες με εκείνες των ζεστών κλιμάτων.

Συνεπώς, οι σχεδιαστικές απαιτήσεις του κτηρίου συναρτήσει των ανωτέρων τύπων κλίματος, είναι:

- Σε κλίμα συνεχούς μέσης εξωτερικής άνεσης, δεν είναι ανεκτή η επιβολή κανενός είδους θέρμανσης ή κλιματισμού και ο σχεδιασμός του κτηρίου, θα πρέπει από μόνος του να εξασφαλίζει τη βέλτιστη θερμική άνεση καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (είτε κατά τη φάση της θέρμανσης είτε κατά τη φάση της ψύξης για τις αντίστοιχες εποχές του έτους).

- Σε ψυχρά κλίματα μας ενδιαφέρει πρωτίστως η επίτευξη των συνθηκών της θερμικής άνεσης κατά την διάρκεια των ψυχρών μηνών, συναρτήσει της ηλιοφάνειας. Σε ζεστά κλίματα οι στόχοι είναι συνάρτηση και της ταχύτητας των επικρατούντων στην περιοχή ανέμων.
- Σε ενδιάμεσα κλίματα, όπου απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό του κτηρίου, εφαρμόζονται συστήματα φυσικής θέρμανσης και ψύξης. Επιπλέον, ο χαρακτηρισμός της περιοχής ως ορεινής, παραθαλάσσιας, αστικής ή μη, παίζουν καθοριστικό ρόλο στο μικροκλίμα και συνεπώς και στον σχεδιασμό του κτηρίου και του περιβάλλοντος χώρου του.

Στην ύπαιθρο κυρίαρχο ρόλο διαδραματίζουν το υψόμετρο της περιοχής, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, το φυσικό περιβάλλον με σημαίνουσα την παρουσία ή την απουσία βλάστησης. Αντιθέτως, στην πόλη βασικό ρόλο παίζει το δομημένο περιβάλλον, οι λειτουργίες της πόλης και οι χρήσεις της γης. Στην πόλη, σε αντίθεση με την ύπαιθρο, το μικροκλίμα αποτελεί έναν πολυπαραγοντικό και δύσκολο συνδυασμό. Οι θερμοκρασίες της πόλης επηρεάζονται από την παραγόμενη θερμότητα από τις ποικίλες δράσεις και λειτουργίες (θέρμανση κτιρίων, μέγεθος των κτιρίων, κυκλοφορία οχημάτων, εγκλωβισμός και απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας συναρτήσει της θερμοχωρητικότητας των υλικών κατασκευής της αστικής περιοχής, με συνέπεια η παραγόμενη και η αποθηκευμένη θερμότητα να μην μπορεί διαφύγει λόγω της ύπαρξης ενός στρώματος το οποίο δημιουργείται από τους παραγόμενους ρύπους της πόλης στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (φαινόμενο θερμικής νησίδας). Έτσι, στο κέντρο της πόλης σημειώνονται ελαφρώς υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι στα προάστια. Επίσης, η δόμηση επηρεάζει την πορεία των ανέμων. Υψηλά κτήρια μπορεί να λειτουργούν ως ανεμοφράκτες σε μια περιοχή, όταν αναπτύσσονται κάθετα στη διεύθυνση του ανέμου ή να επιτείνουν την ταχύτητα του, όταν αναπτύσσονται προς την διεύθυνση πνοής του. Επίσης, τα κτήρια με τον όγκο τους και την μεταξύ τους απόσταση, δημιουργούν συνθήκες σκίασης στα γειτονικά τους κτήρια. Το σύνολο αυτών των παραγόντων συνήθως δρουν περιοριστικά και δυσχεραίνουν την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού [28].

### **2.3.2.1.2 Θερμικό ισοζύγιο των κτηρίων**

Για να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία, παρέχεται στο κτήριο ενέργεια για την θέρμανση ή την ψύξη του, που καλύπτει την θερμοκρασιακή διαφορά από την θερμοκρασία που θα επικρατούσε στο κτήριο χωρίς την παρεχόμενη αυτή ενέργεια, μέχρι την επιθυμητή για τον κάθε άνθρωπο θερμοκρασία. Όσο μικρότερη είναι η συμβολή της ενέργειας για την θέρμανση ή την ψύξη, για την εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου και την επίτευξη των συνθηκών της θερμικής

άνεσης, τόσο οικονομικότερη είναι η λειτουργία του κτηρίου λόγω των χαμηλών απαιτήσεων της ενέργειας [27].

Με τον όρο **θερμικό ισοζύγιο των κτηρίων** εννοούμε το άθροισμα όλων των θερμικών ροών θετικού και αρνητικού προσήμου. Οι θερμικές αυτές ροές αναφέρονται σε κέρδη (θετικό πρόσημο, θερμικές πρόσδοσι ή θερμικά κέρδη) και σε απώλειες (αρνητικό πρόσημο, θερμικές απώλειες) του κτηρίου και οφείλονται στη διαφορά των θερμοκρασιών μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος και είναι συνάρτηση της θερμομόνωσης του κτηρίου, των θερμογεφυρών, της ποιότητας των κουφωμάτων, του είδους των υαλοπινάκων και προπάντων της ορθολογικής χρήσης των δομών και των εγκαταστάσεων του κτηρίου.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι στον υπολογισμό του θερμικού ισοζυγίου δεν λαμβάνεται υπ' όψη η διαθέσιμη στον θερμαινόμενο χώρο **θερμική μάζα**, η οποία επηρεάζει όχι μόνον τη χρονική και στον χώρο κατανομή της θερμοκρασίας (αίσθημα θερμικής άνεσης), αλλά έμμεσα και την τελική κατανάλωση ενέργειας για την διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας, ή θερμοκρασίας σχεδιασμού. Το θερμικό ισοζύγιο του κτηρίου μπορεί να εκφραστεί με τη μορφή μιας απλής μαθηματικής σχέσης της μορφής:

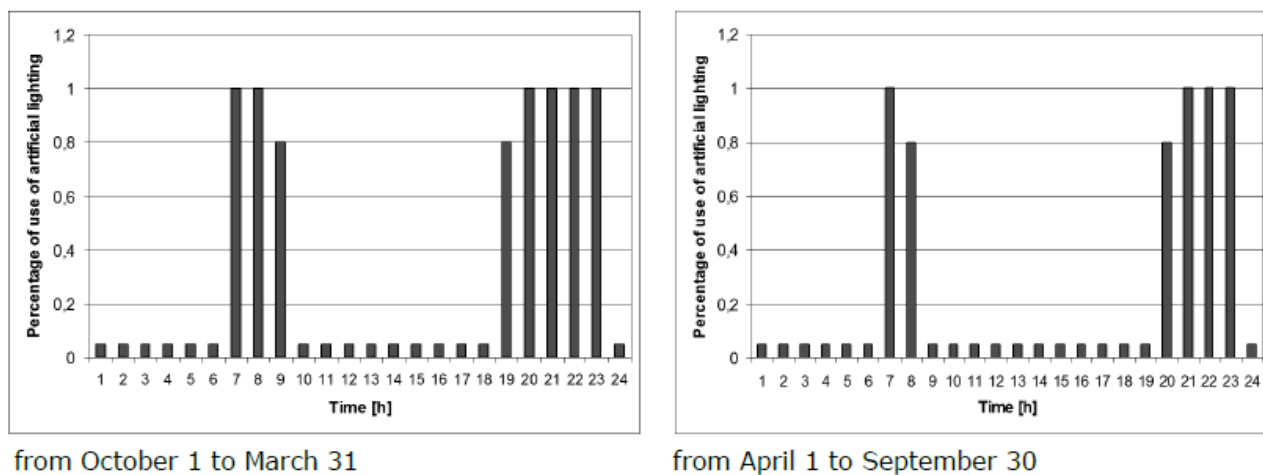
$$QI + QS \pm QC \pm QV \pm QM - QE = 0 \quad (2.1)$$

Όπου:

- **QI (Internal): Τα εσωτερικά κέρδη** από τη λειτουργία του κτηρίου. Πρόκειται για θερμότητα που δημιουργείται κατά τη χρήση του κτηρίου και έχει τη μορφή είτε αισθητής, είτε λανθάνουσας θερμότητας, η οποία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι επιθυμητή, αφού συμβάλει στη μείωση των απαιτήσεων για τη θέρμανση των χώρων, ενώ κατά τη διάρκεια του θέρους είναι ανεπιθύμητη, αφού αυξάνει τις ανάγκες για την ψύξη των χώρων.
- **QS (Solar): Είναι το ηλιακό κέρδος**, που οφείλεται στην προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, το οποίο είναι συνάρτηση του προσανατολισμού του κτηρίου, της επιφάνειας και του είδους των ανοιγμάτων του.
- **QC (Conduction) : Είναι οι απώλειες ή τα κέρδη διαμέσου της αγωγιμότητας**, των δομικών στοιχείων του περιβλήματος και είναι σχετικά ανεξάρτητα από τη χρήση του κτηρίου, εξαρτώνται δε από τη χωροθέτηση, τη μορφή και τον τρόπο κατασκευής του περιβλήματος του κτηρίου.
- **QV (Qvent): Είναι οι απώλειες εξ αιτίας του αερισμού** του κτηρίου, επιθυμητού ή μη.
- **QM : Είναι το θερμικό ή ψυκτικό φορτίο** του κτηρίου το οποίο καλύπτεται με την προσφορά ενέργειας για τη θέρμανση ή την ψύξη. Γενικά, η επιλογή των διατάξεων για την υποστήριξη της θέρμανσης ή της ψύξης, αποτελεί μια ιδιαίτερης προσοχής οικονομοτεχνική μελέτη που είναι, μεταξύ άλλων στοιχείων, συνάρτηση της περιοχής, των απαιτήσεων, του είδους του κτηρίου κλπ.
- **QE(Evaporation) : οι απώλειες από την εξάτμιση** στις εσωτερικές ή τις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου (διατάξεις για τον φυσικό δροσισμό των κτηρίων) [27].

### 2.3.2.2 Οπτική άνεση

Ο φωτισμός ενός χώρου αποτελεί σημαντική παράμετρο της άνεσης του ανθρώπου. Ο φυσικός φωτισμός των κτηρίων, μέσω ανοιγμάτων ή φωταγωγών, είναι απαραίτητος για βιολογικούς και ψυχολογικούς λόγους και ταυτόχρονα παρέχει υψηλά ενεργειακά οφέλη τα οποία με τη σειρά τους συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος (διάγραμμα 2.1).



Διάγραμμα 2.1: Προφίλ φωτισμού στην σε μια κατοικία, συναρτήσει των εποχών του έτους [42]

Η αίσθηση του πραγματικού χρόνου (κιρκάδιος ρυθμός) και η <επαφή> με τις περιβαλλοντικές συνθήκες διασφαλίζονται μόνο ή σχεδόν μόνο με την παρουσία του φυσικού φωτός. Η απουσία του φυσικού φωτισμού μπορεί να προκαλέσει κατάθλιψη, ορμονολογικές διαταραχές, διαταραχές στον ύπνο και τη συγκέντρωση. Έρευνες έχουν δείξει ότι ο οργανισμός χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και κυρίως το φωτισμό για να επαναρυθμίσει τους κύκλους των περιοδικών του λειτουργιών ώστε αυτοί να έχουν 24ωρη διάρκεια όπως και η ημέρα (κιρκάδιος ρυθμός). Η έκθεση σε υψηλές τιμές φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας βελτιώνει τη διάρκεια και την ποιότητα του ύπνου, ενώ παράλληλα μειώνει τα συμπτώματα της εποχιακής κατάθλιψης [26].

### 2.3.2.3 Εσωτερική ποιότητα του αέρα

Όπως και για τον φυσικό φωτισμό, η ανάγκη για φυσικό αερισμό, είναι συνάρτηση της χρήσης του κτηρίου, του περιβάλλοντός του και της δραστηριότητας των ανθρώπων.

Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα δεν σχετίζεται μόνο με την υγιεινή, αλλά και με τη θερμική άνεση των ανθρώπων και είναι συνάρτηση διαφόρων παραμέτρων, όπως της ποιότητας του εξωτερικού αέρα, της γεωμετρίας του κτηρίου, της δραστηριότητας των ανθρώπων. Οι κύριες εσωτερικές πηγές ρύπων είναι τα δομικά υλικά, τα χρώματα, τα έπιπλα και οι δραστηριότητες των ανθρώπων.

Το σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου αποτελεί πλέον συχνό φαινόμενο και συναντάται στα σύγχρονα κτήρια. Το ανεπιτυχές εσωτερικό περιβάλλον, από άποψη ποιότητας αέρα, είναι η αιτία

που προκαλεί δυσφορία, ενόχληση και χρόνιες ήπιες ασθένειες. Μάλιστα στα σύγχρονα κτήρια, όπου το κέλυφος είναι σε πολύ μεγάλο ποσοστό αεροστεγές με αποτέλεσμα να μην υπάρχει επαρκής αερισμός και εναλλαγή του αέρα, το πρόβλημα γίνεται έντονο. Συνεπώς, επιβάλλεται ο αερισμός των εσωτερικών χώρων, με φυσικό ή μηχανικά υποστηριζόμενο τρόπο για την απομάκρυνση των ρύπων, καθώς και η κατά το δυνατόν μείωση της παραγωγής εσωτερικών ρύπων. Ας μην ξεχνάμε από τη βιολογία, ότι ο εγκέφαλος για να λειτουργεί σωστά χρειάζεται οξυγόνο και σάκχαρο [28].

#### **2.3.2.4 Ακουστική ποιότητα**

Στα κτήρια εκτός από τη θερμική και την οπτική άνεση και τις κατάλληλες συνθήκες αερισμού και δροσισμού, θα πρέπει να εξασφαλίζεται και η ακουστική άνεση, η οποία είναι απαραίτητο να λαμβάνεται υπόψη κατά τον σχεδιασμό των τόσο των βιοκλιματικών όσο και των κλασικών κτηρίων. Η ακουστική άνεση μπορεί να εξασφαλιστεί με τη χρήση ηχομονωτικών στοιχείων προς αποφυγή του ενοχλητικού θορύβου, είτε από το περιβάλλον προς το κτήριο είτε από τη λειτουργία του κτηρίου. Με τον όρο ακουστική άνεση εννοούμε την ικανότητα του κτηρίου να προστατεύει τους ενοίκους του από θορύβους και να παρέχει ακουστικό περιβάλλον κατάλληλο για τη διαμονή και για τις λοιπές δραστηριότητες. Βέβαια η κακή ποιότητα ήχου και ο θόρυβος εκτός από την ακοή επηρεάζουν και ολόκληρο τον οργανισμό.

Οι παράμετροι ακουστικής άνεσης ενός κτηρίου σχετίζονται με την ηχομόνωση και την ηχοπροστασία από τον αερόφερτο και κτυπογενή ήχο που παράγεται σε γειτονικούς χώρους, τον αερόφερτο ήχο που παράγεται από ιδιωτικές ή κοινόχρηστες εγκαταστάσεις του ίδιου κτηρίου καθώς και από τον αερόφερτο ήχο που παράγεται από εξωτερικές πηγές.

Η ακουστική άνεση χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες:

- στην κατηγορία Α, υψηλής ακουστικής άνεσης
- στην κατηγορία Β, κανονικής ακουστικής άνεσης
- στην κατηγορία Γ, χαμηλής ακουστικής άνεσης

Τα κριτήρια ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας είναι οι οριακές τιμές των παραμέτρων ακουστικής άνεσης για κάθε είδος ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας καθώς και κάθε κατηγορίας ακουστικής άνεσης. Γενικά οι ελάχιστες απαιτήσεις ενός κτηρίου σε ακουστική άνεση πρέπει να καλύπτουν τις απαιτήσεις της κατηγορίας ακουστικής άνεσης Β [28].

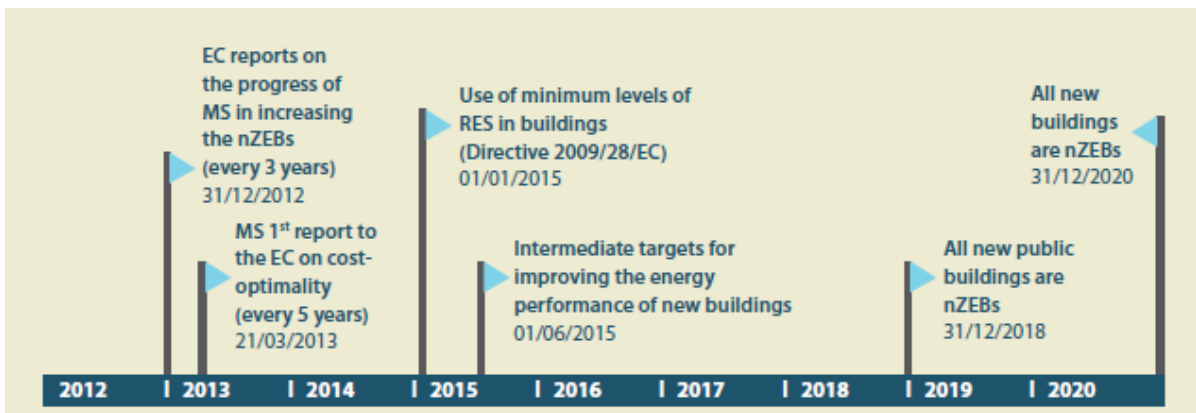
3

## 3 ZEB

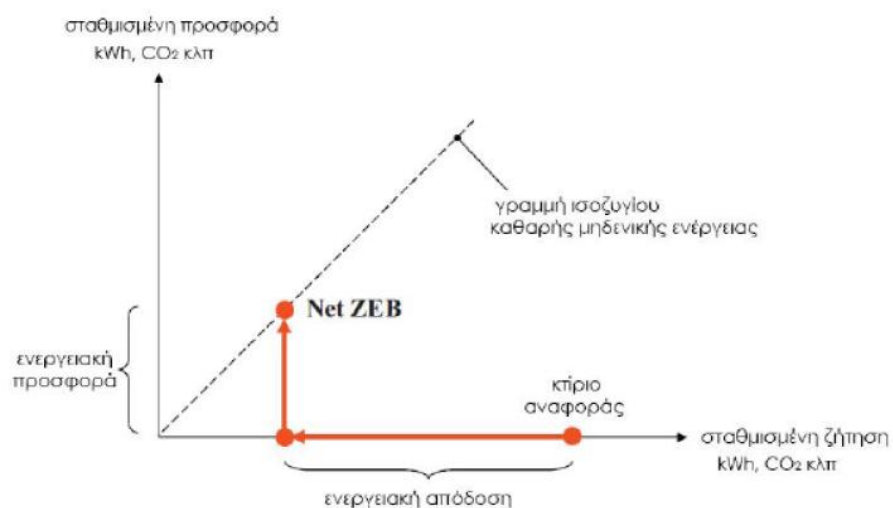
### 3.1 Εισαγωγή στα ZEB

Στα πλαίσια της ανάγκης για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στο μερίδιο που αφορά τον κτηριακό τομέα, προέκυψε η ιδέα της δημιουργίας κτηρίων υψηλής ενεργειακής κλάσης με μηδενική κατανάλωση ενέργειας από συμβατικά καύσιμα, δηλαδή τα **ZEB** ή τα **nZEB**.

Τον Απρίλιο του 2010 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εξέδωσε την αναθεώρηση της Οδηγίας Της σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (EPBD), σύμφωνα με την οποία όλα τα νέα κτήρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2020 πρέπει να είναι **nZEB**, ενώ τα νέα κτήρια που στεγάζουν Δημόσιες Υπηρεσίες ή είναι ιδιοκτησίας του Δημοσίου πρέπει να πληρούν τα ίδια κριτήρια από τις 31 Δεκεμβρίου 2018 (Διάγραμμα 3.1).



Διάγραμμα 3.1: Χρονικοί σταθμοί αναφοράς για τα ZEB [38]

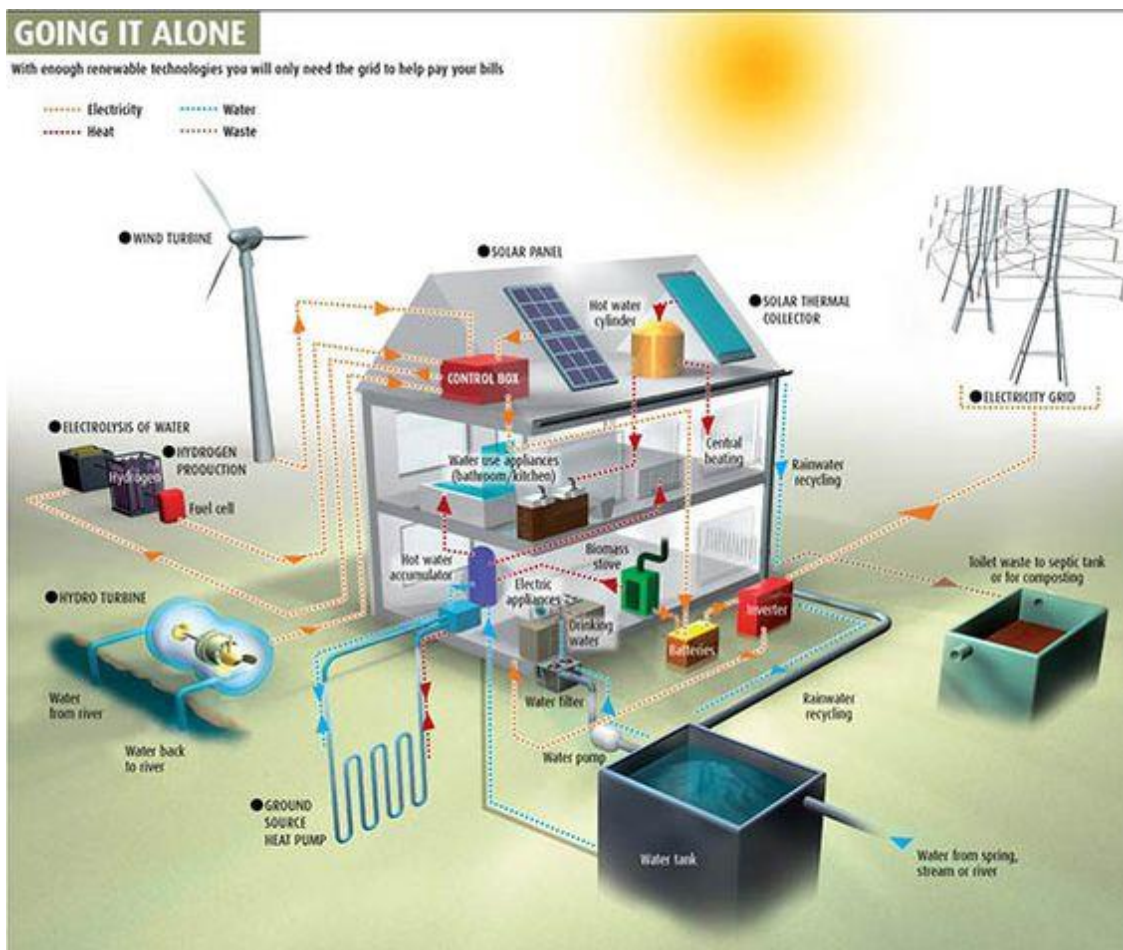


Διάγραμμα 3.2: Η έννοια του Net ZEB [20]

Η ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργική υποστήριξη των ZEB πρέπει να παράγεται και αυτή από ΑΠΕ (καθαρή ενέργεια) οι οποίες μπορούν να βρίσκονται εγκατεστημένες στο κτήριο, να είναι επί του κτηρίου, στον περιβάλλοντα ιδιόκτητο χώρο του ή στην ευρύτερη περιοχή, διάγραμμα 3.2 και 3.3, εικόνα 3.1 [15], [18].

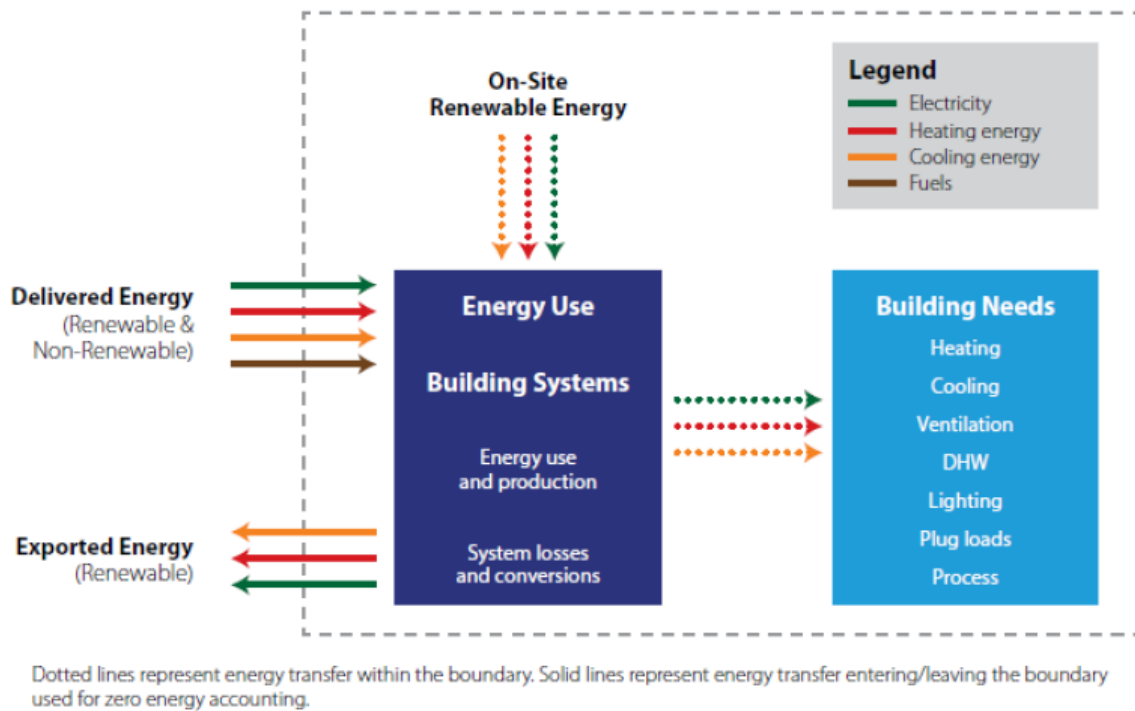
Η έννοια ενός κτηρίου μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας ή μηδενικών εκπομπών ρύπων δεν είναι καινούρια. Χρησιμοποιείται ήδη από το 1970, ωστόσο όμως, μετά το 2000 το παγκόσμιο ενδιαφέρον στράφηκε στα ZEB ως μια ακόμη ελπίδα για την αποφυγή της καταστροφής του Πλανήτη Γη, καθώς αποτελεί έναν εφικτό παράγοντα για τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> κατά τη διάρκεια της ζωής των λόγω της μείωσης των ενεργειακών απαιτήσεων τους, και για την υποστήριξη αυτής της ιδέας αναπτύχθηκαν πολλά εθνικά και διεθνή προγράμματα για τη μελέτη και την υλοποίησή τους [15]. Τα ZEB πιθανώς να αποτελέσουν την μελλοντική κατευθυντήρια γραμμή για τα κτήρια.

Με τον όρο κτήριο με σχεδόν Μηδενική Ενεργειακή Κατανάλωση Ενέργειας, χαρακτηρίζονται τα κτήρια με υψηλή ενεργειακή κλάση όπως αυτό ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2010/31[18].



Εικόνα 3.1: Αξιοποίηση των τεχνολογιών ΑΠΕ παράλληλα με τη σύνδεση ή μη του κτηρίου στο δίκτυο, για την αμφίδρομη σχέση τους ως προς την ηλεκτρική ενέργεια [45]





Εικόνα 3.2α: Αναπαράσταση (block diagram) κτηρίου Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης [95]

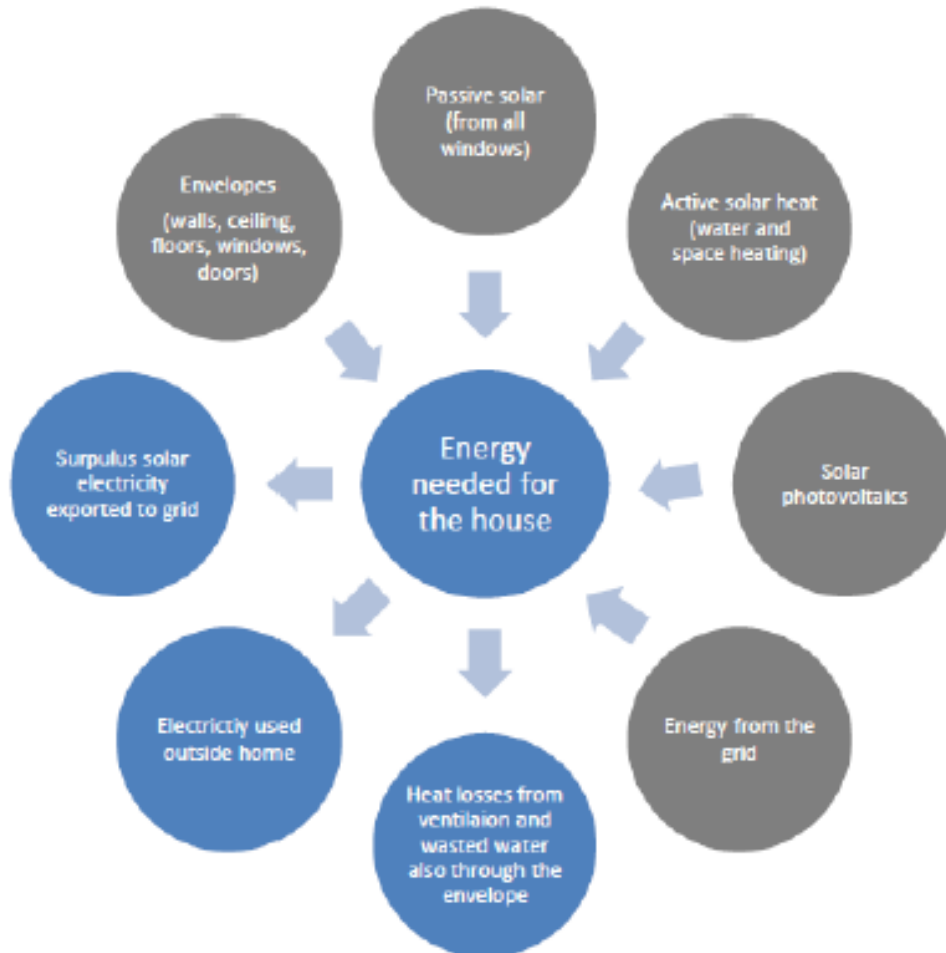
Η έννοια του **ZEB**, εμπεριέχει την ερμηνεία του κτηρίου που απορροφά <καθαρή> ενέργεια (εικόνα 3.2α, εικόνα 3.2β και διάγραμμα 3.4) και έχει, σε ετήσια βάση, μηδενικές εκπομπές CO<sub>2</sub>. Παράλληλα χρησιμοποιείται και ο όρος **Zero Emission Building**, όπου επικεντρώνεται το ενδιαφέρον στο γεγονός ότι η αντιστάθμιση ενέργειας από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών, συντελεί στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> [13].

### 3.2 Χαρακτηρισμοί των κτηρίων Zero Energy Building (ZEB), nearly Zero Energy Building (nZEB), Net Zero Energy Building (NZEB)

Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί για τα κτήρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Οι περισσότεροι ορισμοί είναι συνάρτηση μόνο της ενέργειας που καταναλώνεται κατά την υποστήριξη της λειτουργίας του κτηρίου, παραβλέποντας το ποσοστό της ενέργειας που απαιτείται για οποιαδήποτε άλλη διεργασία μέχρι το τελικό στάδιο της υλοποίησής του. Όμως, η έννοια της μηδενικής ενέργειας, όπως αυτή χρησιμοποιείται στους τομείς που σχετίζονται με την ενέργεια και το περιβάλλον, όπου λαμβάνεται υπόψη η ενέργεια που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας των πρώτων υλών και των παραγώγων αυτών, της μεταφοράς τους και της υλοποίησης του κτηρίου, είναι ευρέως διαδεδομένη σε τομείς όπως η αξιολόγηση της ανανεώσιμης ενέργειας.

Στον τομέα του δομημένου περιβάλλοντος η έννοια και η ανάλυση της καθαρής ενέργειας δεν είχε εισαχθεί στις βασικές μεθόδους υπολογισμού και πιστοποίησης. Συνήθως, η ανάλυση της <καθαρής

ενέργειας> (διάγραμμα 3.3) λαμβάνει έμμεσα υπόψη τις τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν καθώς επίσης και την ενέργεια από την επαναχρησιμοποίηση και την ανακύκλωση των δομικών υλικών των κτηρίων, μετά τέλος της ζωής τους (απαιτούμενη ενέργεια για την κατασκευή της πρώτης ύλης – αποθηκευμένη ενέργεια) [20].



Εικόνα 3.2β: Ενεργειακό ισοζύγιο κτηρίου [29]

Λαμβάνοντας υπόψη την ενσωματωμένη - αποθηκευμένη ενέργεια των υλικών του κτηρίου, η οποία όπως προηγουμένως αναφέρθηκε έχει προσφερθεί σε όλες τις φάσεις της υλοποίησής του, μπορούμε να την αξιοποιήσουμε ως έναν δείκτη ποσοστού της καθαρής ενέργειας. Στα **on site ZEB**, το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας, ενέργεια από **ΑΠΕ**, και προσφέρεται στο δίκτυο της ηλεκτρικής ενέργειας που είναι συνδεδεμένο το κτήριο (on site κατάσταση) ισούται με το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφάται από αυτό για την υποστήριξη του κτηρίου. Συνεπώς δημιουργούνται δύο ορισμοί:

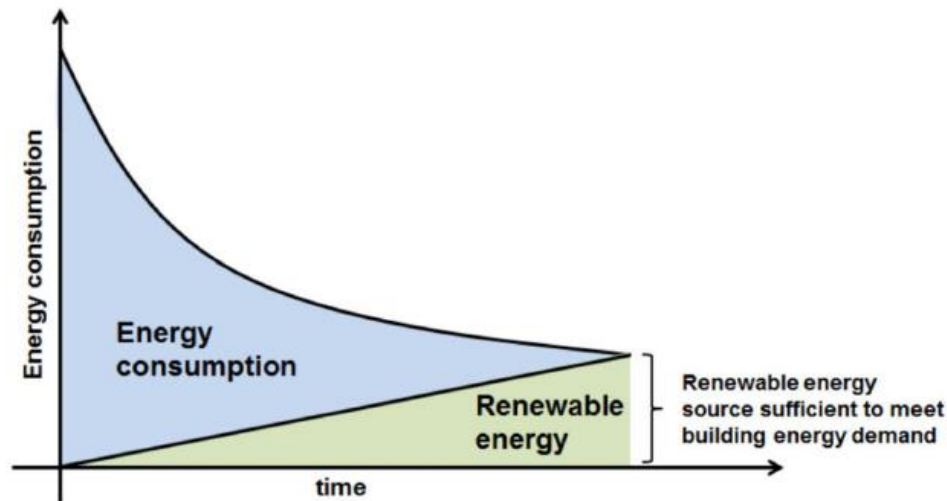
- κτήριο μηδενικής ενέργειας
- κτήριο καθαρής μηδενικής ενέργειας

Η λογική της **μηδενικής ενέργειας** βασίζεται κυρίως στην ετήσια κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη της λειτουργίας του, ενώ το **καθαρή μηδενική ενέργεια**, χρησιμοποιείται για να παρουσιάσει το ετήσιο ενεργειακό ισοζύγιο ενός κτηρίου που συνδέεται με το δίκτυο δίχως να εξετάζει την ενσωματωμένη σε αυτό ενέργεια. Συνεπώς, δεν συσχετίζεται άμεσα με τη χρήση του όρου καθαρή ενέργεια αλλά συνδέεται με τον υπολογισμό του ενεργειακού κύκλου του κτηρίου, που συνήθως είναι ετήσιος.

Η συνηθέστερη προσέγγιση του **ZEB** είναι να χρησιμοποιείται το ηλεκτρικό δίκτυο, ταυτόχρονα, τόσο για την εισροή όσο και την εκροή της ηλεκτρικής ενέργειας, αποφεύγοντας κατ' αυτό τον τρόπο τα προβλήματα που δημιουργούνται για την αποθήκευση της. Ο ορισμός <καθαρή> (net) χρησιμοποιείται σε κτήρια που συνδέονται με το δίκτυο για την επίτευξη του ενεργειακού ισοζυγίου (στόχου) μεταξύ της απορροφούμενης και της προσφερόμενης σε αυτό ενέργειας και ο ορισμός έχει νόημα όταν το ισοζύγιο είναι μηδενικό.

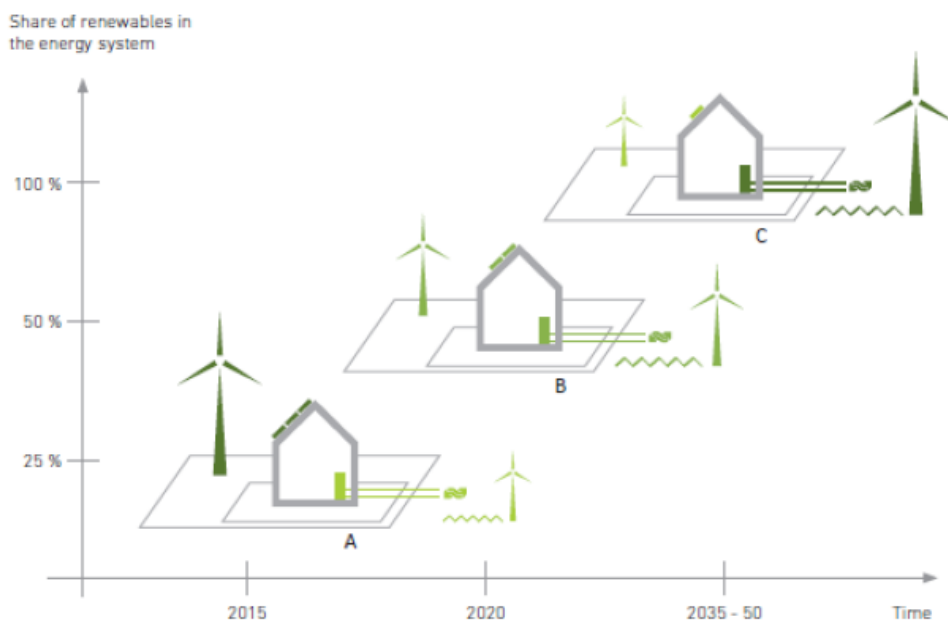
Αν και ακόμα δεν υπάρχει σαφής ορισμός, η έννοια του **nZEB** συνοψίζεται στα εξής σημεία:

- τη χαμηλή ενεργειακή ζήτηση
- την υψηλή τιμή του δείκτη της ενεργειακής αποδοτικότητας
- την μερική ή την ολική κάλυψη, ακόμη και την υπερκάλυψη, των ενεργειακών του αναγκών από ΑΠΕ



Διάγραμμα 3.3: Η έννοια του καθαρού κτηρίου μηδενικής ενέργειας, σύμφωνα με την οποία η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται με την πάροδο του χρόνου και τελικά συνοδεύεται από ισοδύναμη παροχή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές [71]

Είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί και να τονιστεί ότι ο ορισμός <κτήριο μηδενικής ενέργειας>, δεν προσδιορίζει ένα κτήριο στο οποίο η κατανάλωση ενέργειας είναι μηδενική ή σχεδόν μηδενική. Θα μπορούσε να λεχθεί, ότι ο ορισμός NZEB αναφέρεται σ' ένα κτήριο με τις κατά το δυνατόν ελαχιστοποιημένες ενεργειακές απαιτήσεις, και οι οποίες μπορούν να καλυφθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό, έως και να υπερκαλυφθούν (βλέπε παράρτημα κατασκευών και πίνακα 5.1 ), από την αξιοποίηση των τεχνολογιών των ΑΠΕ (εικόνα 3.3α).



Εικόνα 3.3α: Επιθυμητά (στόχοι) ποσοστά κάλυψης των ενεργειακών αναγκών από ΑΠΕ με βάση χρονικά ορόσημα [31]

Μέχρι σήμερα, βάσει του ποσοστού κάλυψης των ενεργειακών τους αναγκών, τα ZEB και τα nZEB διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- **Zero energy building:** Είναι το κτήριο το οποίο έχει σχεδιαστεί αξιοποιώντας την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, έτσι ώστε να απαιτείται χαμηλό ποσοστό ενέργειας για την υποστήριξη της λειτουργίας του και η εισερχόμενη, από το δίκτυο ενέργεια, με την εξερχόμενη, προς το δίκτυο ενέργεια, να είναι ίσες ανά έτος λειτουργίας τους.
- **Nearly Zero energy building:** Είναι το κτήριο το οποίο κατά το σχεδιασμό του έχει προβλεφθεί να παρουσιάζει εξαιρετικά υψηλή ενεργειακή κλάση και το επιπλέον, μικρό, ποσοστό για την κάλυψη του συνόλου των ενεργειακών του αναγκών πρέπει να καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από τις ΑΠΕ που υπάρχουν στο κτήριο, στον περιβάλλοντα χώρο του ή σε κοντινή απόσταση από αυτό (πχ μικρής ισχύος ΥΗΣ, εικόνα 4.39 ) [15], [20].

Παρά τις προσπάθειες και την υποστήριξη για την επικράτηση των **nZEB**, ο ορισμός **ZEB** και **nZEB** παραμένει στις περισσότερες περιπτώσεις, ακόμη και σήμερα, γενικός και αδιευκρίνιστος. Ένας σχετικά νέος ορισμός, ο οποίος χρησιμοποιείται στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι αυτός των **zero carbon homes** [20].

Για το χαρακτηρισμό, συγκεκριμένου κάθε φορά κτηρίου (σε ποια από τις παρακάτω κατηγορίες εμπίπτει η συγκεκριμένη κτηριακή κατασκευή), ως **nZEB**, έχουν θεσπιστεί οι παρακάτω τέσσερις ορισμοί και ο χαρακτηρισμός είναι συνάρτηση των στόχων που τέθηκαν κατά τη φάση της σύλληψης της ιδέας και της οικονομοτεχνικής μελέτης.



### Net Zero Site Energy Building

[

- **Συνολική μηδενική κατανάλωση ενέργειας στο χώρο εγκατάστασης του κτηρίου**

Στην κατηγορία αυτή εμπίπτουν κατασκευές όπου από τις διαθέσιμες **ΑΠΕ** στο χώρο εγκατάστασης τους, παράγεται τουλάχιστον τόση ενέργεια όση χρειάζεται για την υποστήριξή τους στη διάρκεια ενός έτους [20], [34].



### Net Zero Source Energy Building

- **Συνολική μηδενική ενέργεια στο χώρο παραγωγής**

Το κτήριο παράγει ή απορροφά τουλάχιστον τόση ενέργεια, η οποία προέρχεται από **ΑΠΕ**, όση καταναλώνει στη διάρκεια ενός έτους, η οποία όμως ανάγεται σε πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνεται για την εξαγωγή και την επεξεργασία ενεργειακών φυσικών πόρων τόσο για την παραγωγή όσο και για τη διανομή ενέργειας στο κτήριο. Για τον υπολογισμό της αναγόμενης πρωτογενούς ενέργειας (απορροφούμενη από το δίκτυο και η προσφερόμενη από το κτήριο προς το δίκτυο ενέργεια), χρησιμοποιούνται ειδικοί συντελεστές συναρτήσεων των εγκατεστημένων τεχνολογιών των **ΑΠΕ** [20], [34].



### Net Zero Energy Cost Building

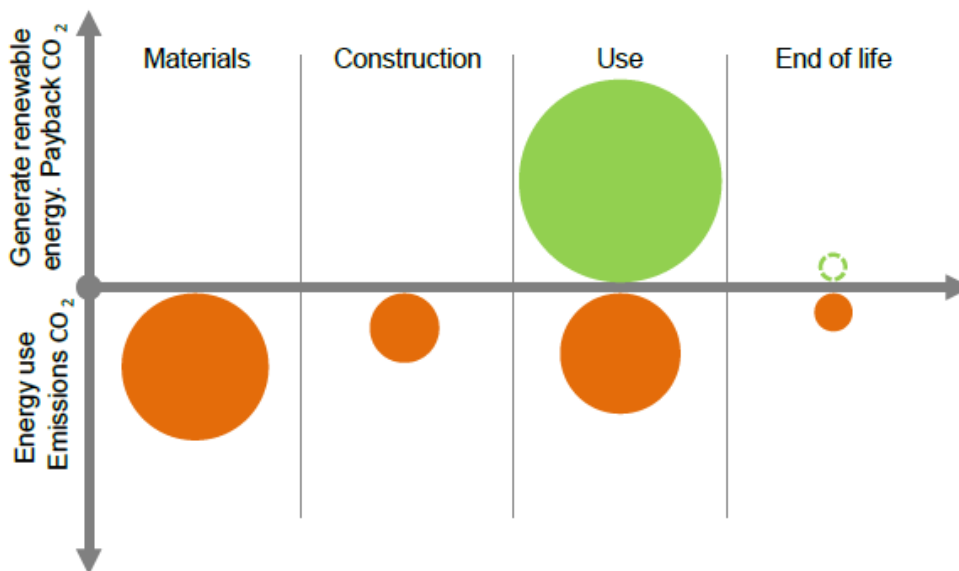
- **Συνολικό μηδενικό ενεργειακό κόστος**

Σε ένα κτήριο μηδενικής ενέργειας, με συνολικά μηδενικό ενεργειακό κόστος, τα χρήματα που ο πάροχος της ενέργειας καταβάλει ή πιστώνει στον λογαριασμό του κτηρίου για την παραγόμενη και προσφερόμενη από τις ΑΠΕ ενέργεια προς το δίκτυο, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσα με αυτά που χρεώνεται ο ιδιοκτήτης του κτηρίου στη διάρκεια ενός έτους, για την απορροφούμενη ενέργεια από αυτό [20], [34].

## CO<sub>2</sub> Net Zero Energy Emissions Building

- **Συνολικές μηδενικές ενεργειακές εκπομπές**

Αυτά τα κτήρια, παράγουν ή απορροφούν, τόση καθαρή ενέργεια από **ΑΠΕ** όση χρειάζεται για να αντισταθμιστούν οι εκπομπές των ρύπων από τη χρήση μη καθαρής ενέργειας στη διάρκεια ενός έτους. Ο υπολογισμός των συνολικών εκπομπών, της εισαγόμενης από το δίκτυο προς το κτήριο και της εξαγόμενης από το κτήριο προς το δίκτυο ενέργειας, είναι συνάρτηση των εκλυόμενων ρύπων με βάση τα είδη των συμβατικών πόρων ή τις τεχνολογίες των **ΑΠΕ** που χρησιμοποιούνται για την υποστήριξή του (εικόνα 3.3β) [20], [34].



Εικόνα 3.3β: Συνολικές μηδενικές ενεργειακές εκπομπές [83]

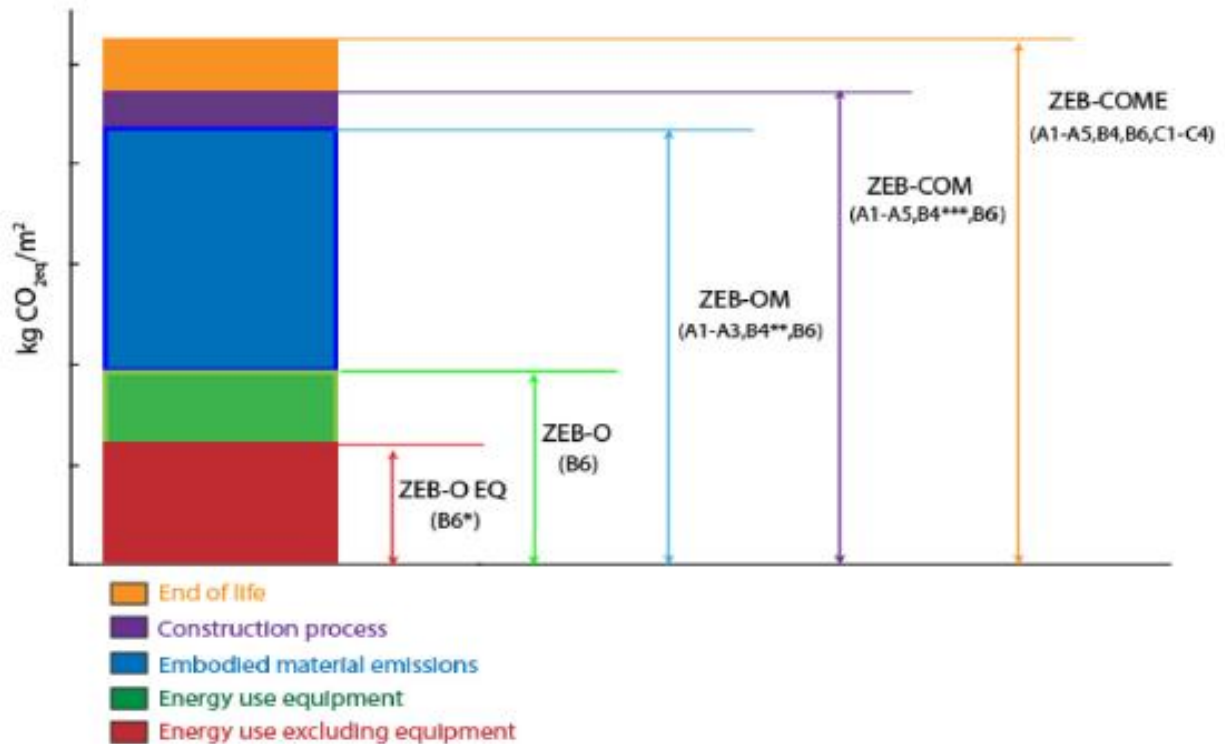
### 3.2.1 Χαρακτηρισμός ενός ZEB σύμφωνα με το Νορβηγικό Κέντρο για τα ZEB

- Ο ορισμός του Νορβηγικού κέντρου **ZEB**

Ο ορισμός, του Νορβηγικού Κέντρου για τα ZEB, είναι φιλόδοξος καθώς επικεντρώνεται όχι μόνο στην ενέργεια που καταναλώνεται για την υποστήριξή του αλλά συμπεριλαμβάνοντας και τις

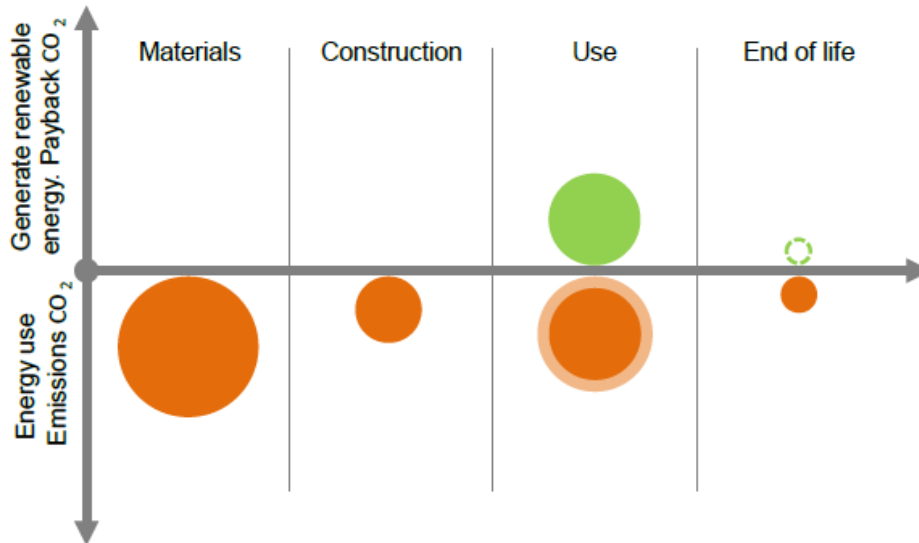
εκπομπές CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την κατασκευή και τη διάρκεια της ζωής του. Αυτό σημαίνει ότι οι εκπομπές από τις φάσεις της παραγωγής, της λειτουργίας και της ανακύκλωσής του πρέπει να αντισταθμίζονται με την παραγωγή ανανεώσιμης (καθαρής) ενέργειας επί τόπου. Ως εκ τούτου, το κτήριο πρέπει να παράγει περισσότερη ενέργεια από την ποσότητα που απαιτείται για την υποστήριξή του.

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, δημιουργούνται οι παρακάτω κατηγορίες:



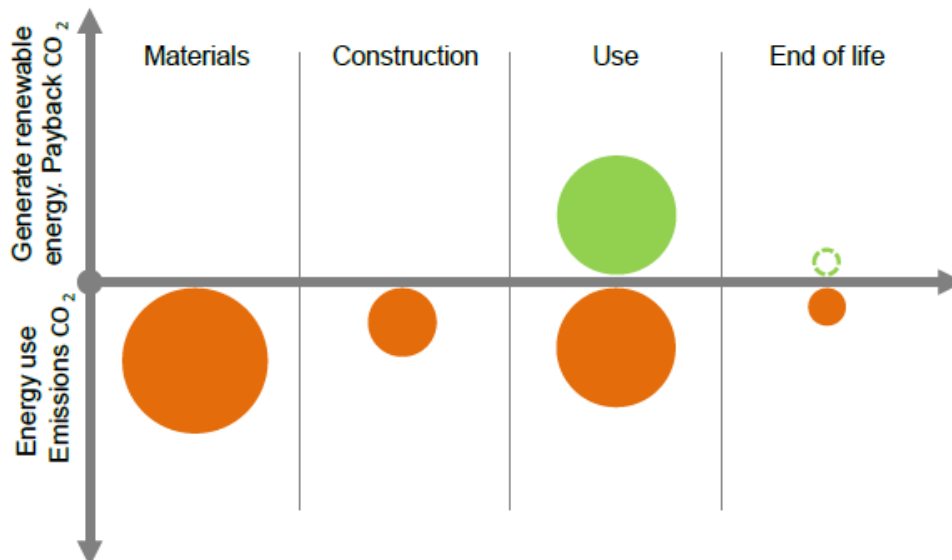
Διάγραμμα 3.4: Τέλος της ζωής του κτηρίου / διαδικασία κατασκευής / ενσωματωμένες εκπομπές υλικών κατασκευής / εξοπλισμός χρήσης της ενέργειας / χρήση ενέργειας εκτός του εξοπλισμού [83]

- **ZEB -O ÷ EQ:** Εκπομπές ρύπων, οι οποίοι σχετίζονται με όλη τη χρήση ενέργειας εκτός από το ποσοστό για την υποστήριξη των συσκευών, θα πρέπει είναι μηδενικοί, εικόνα 3.4. Η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για τον μη μόνιμα συνδεδεμένο εξοπλισμό του (συσκευές), είναι δύσκολο να προβλεφθεί μιας και πρόκειται (συνήθως) για διατάξεις μικρής ισχύος



Εικόνα 3.4: Εκπομπές ρύπων, οι οποίοι σχετίζονται με όλη τη χρήση ενέργειας εκτός από το ποσοστό για την υποστήριξη των συσκευών [83]

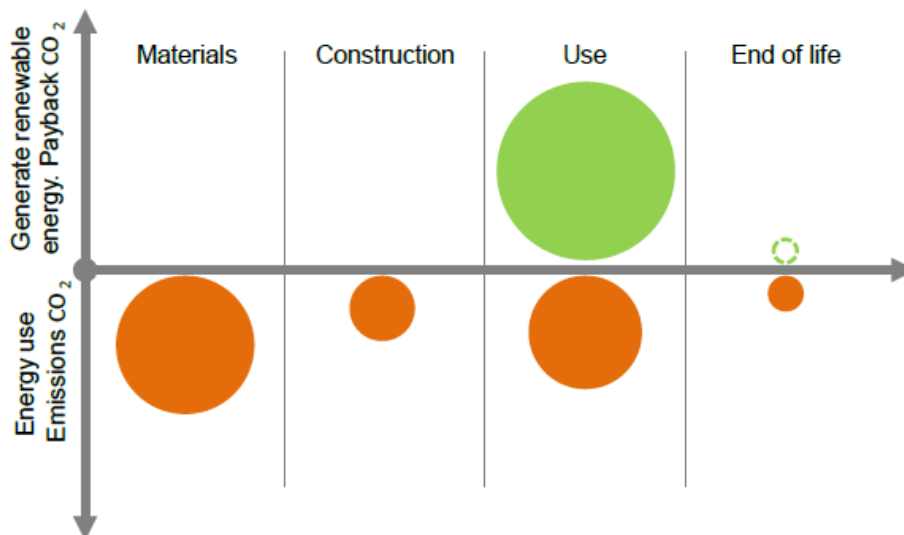
- **ZEB-O:** Οι εκπομπές ρύπων, οι οποίοι σχετίζονται με το σύνολο της ενέργειας που απαιτείται, για την υποστήριξη της λειτουργίας του κτηρίου και την κατασκευή του εξοπλισμού του, θα πρέπει να είναι μηδενικοί, εικόνα 3.5.



Εικόνα 3.5: Οι εκπομπές ρύπων, συναρτήσει του συνόλου της ενέργειας που απαιτείται, για την υποστήριξη της λειτουργίας του κτηρίου και την κατασκευή του εξοπλισμού του [83]

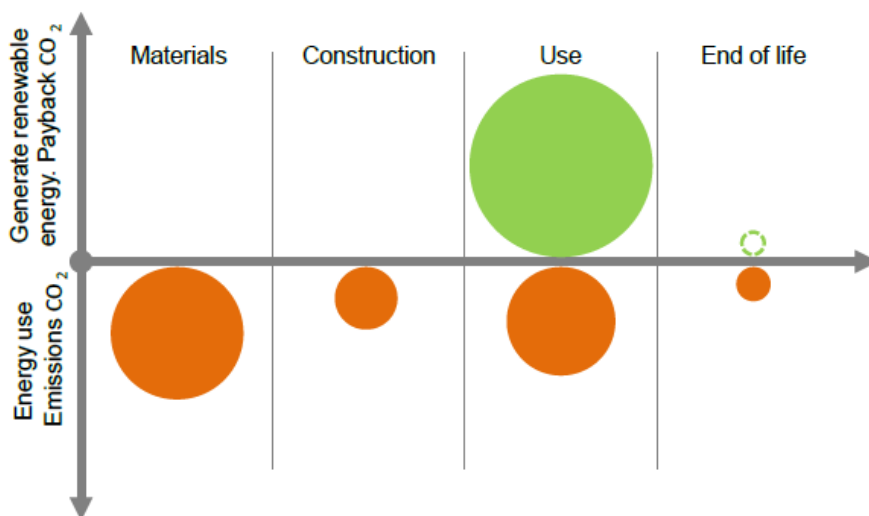


- **ZEB-OM:** Εκπομπές ρύπων οι οποίοι που σχετίζονται με την ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία του, της ενσωματωμένης ενέργειας σε αυτό καθώς και της δημιουργίας του εξοπλισμού του, να είναι μηδενικοί.



Εικόνα 3.6: Εκπομπές ρύπων συναρτήσε της ενέργειας που απαιτείται για την λειτουργία του, της ενσωματωμένης ενέργειας σε αυτό καθώς και της δημιουργίας του εξοπλισμού του [83]

- **ZEB-COM:** Όπως και το ZEB-OM, επιπλέον όμως, λαμβάνονται υπ' όψη και οι εκπομπές ρύπων που σχετίζονται με την διαδικασία κατασκευής του κτηρίου.



Εικόνα 3.7: Εκπομπές ρύπων συναρτήσε και της διαδικασία κατασκευής του κτηρίου [83]

- **ZEB-COME:** Αντιπροσωπεύει το υψηλότερο επίπεδο φιλοδοξιών λαμβάνοντας επίσης υπόψη τις εκπομπές που σχετίζονται ακόμη και κατά τη φάση ανακύκλωσης του κτηρίου [83].

### 3.2.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε ορισμού



- **Net Zero Site Energy:** Το κτήριο παράγει όση ενέργεια χρειάζεται κατά τη διάρκεια ενός έτους. Τα είδη των ΑΠΕ που αξιοποιούνται για την παραγωγή αυτής της ενέργειας, είναι: ηλιακή ενέργεια, μικρής ισχύος ανεμογεννήτριες, μικρής ισχύος ΥΗΣ κλπ. Ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτού του ορισμού είναι ότι δεν λαμβάνει υπόψη του, τους συντελεστές μετατροπής της καταναλισκόμενης ενέργειας σε πρωτογενή. Για παράδειγμα, η ηλεκτρική παραγόμενη ενέργεια και η ενέργεια από φυσικό αέριο που χρησιμοποιεί το κτήριο θεωρούνται ισοδύναμες, όμως η ηλεκτρική ενέργεια έχει τριπλάσιο κόστος παραγωγής [15], [34].



- **Net Zero Source Energy:** Η κατηγορία αυτή έρχεται να καλύψει τα κενά του προηγούμενου μοντέλου. Η εισερχόμενη και η εξερχόμενη ενέργεια (μεταξύ κτηρίου και δικτύου) πολλαπλασιάζεται με τους αντίστοιχους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και με αυτόν τον τρόπο εκμεταλλεύεται την αξία της ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι σε αυτή την κατηγορία μπορεί να γίνεται εκτεταμένη χρήση φυσικού αερίου, γεγονός που ίσως το απομακρύνει από τον αρχικό στόχο που είναι όλη η ενέργεια που χρησιμοποιεί το κτήριο να παράγεται από ΑΠΕ [15], [34].



- **Net Zero Energy Costs:** Στην κατηγορία αυτού του κτηρίου, τα έσοδα (θετικό πρόσημο) από την προσφερόμενη προς το δίκτυο ενέργεια, πρέπει να καλύπτουν τα λειτουργικά έξοδα (αρνητικό πρόσημο) της απορροφούμενης από το δίκτυο ενέργειας, δηλαδή, πρόκειται για ένα μοντέλο **ZEB** εύκολο στην εφαρμογή και στον υπολογισμό της συνολικής ποσότητας της απορροφούμενης ενέργειας, μέσω των ειδικών για την χρήση αυτή (διπλών) μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας [15], [34].

CO<sub>2</sub>

- **Net Zero Energy Emission:** Στην περίπτωση αυτή, η ενέργεια που παράγεται από τις εγκατεστημένες διατάξεις των ΑΠΕ στο κτήριο πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την ενέργεια που παράγεται από τη χρήση συμβατικών καυσίμων, έτσι ώστε το τελικό ισοζύγιο ρύπων να είναι μηδέν. Το αποτέλεσμα για αυτό τον χαρακτηρισμό συνδέεται άμεσα με την πρώτη ύλη η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και το τελικό αποτέλεσμα είναι συνάρτηση των συντελεστών εκπομπής των ρύπων [15], [34].

### 3.3 Κατάταξη του κτηρίου συνολικής μηδενικής ενέργειας

Ανεξάρτητα από τον ορισμό στον οποίο εμπίπτει, ένα **nZEB** μπορεί να χαρακτηριστεί και με βάση τις ΑΠΕ που αξιοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Αυτός ο χαρακτηρισμός αποτελεί έναν σημαντικό στόχο κατά τη σχεδίαση του κτηρίου στο να επικεντρωθούν πρώτα στην εκμετάλλευση των άμεσα διαθέσιμων - τοπικών πηγών ενέργειας, και στη συνέχεια να αναζητηθούν δυσκολότερες και πιο απομακρυσμένες ενεργειακές επιλογές. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα τα **nZEB** διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες, τις **A, B, C** και **D**. Ο ορισμός ή η κατηγορία που θα επιλεγεί εξαρτάται από τους στόχους που τίθενται κατά τη φάση της σχεδίασης και αφορούν την οικονομοτεχνική μελέτη, όπου σε αυτή εμπίπτει και ο χρόνος απόσβεσης του κόστους κατασκευής και της λειτουργίας με βάση τη διάρκεια ζωής του κτηρίου. Οι στόχοι, ανάλογα τη σκοπιά του κάθε ανθρώπου είναι συνήθως διαφορετικοί, για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες ενδιαφέρονται κυρίως για την σύντομη απόσβεση του κόστους, ενώ οι περισσότερο ευαισθητοποιημένοι από περιβαλλοντικής πλευράς, για την μείωση ή ακόμη καλύτερα για την αποφυγή έκλυσης ρύπων στο περιβάλλον.

Μεταξύ όμως των ανωτέρω προβληματισμών και ευαισθητοποιήσεων για την κατηγοριοποίηση των nZEB επικρατεί (θέλοντας και μη) μια αρχή: κατά τη φάση της σχεδίασης, **πρώτα θα ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου και αν χρειαστεί το υπόλοιπο των ενεργειακών απαιτήσεων θα υποστηριχτεί από τις τεχνολογίες των ΑΠΕ συναρτήσει της αναμενόμενης διάρκειας ζωής του, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος της παραγωγής και της μεταφοράς ενέργειας σε αυτό.**

Λαμβάνοντας υπόψη την αλληλεπίδραση μεταξύ κτηρίων και δικτύων, το κάθε Κράτος καλείται να αντιμετωπίσει διαφορετικές προκλήσεις οι οποίες σχετίζονται με την ενεργειακή υποδομή του, όπως τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και τους κανονισμούς δόμησης οι οποίοι διαφοροποιούνται μεταξύ των Κρατών και των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών, έτσι ώστε, να καταφέρει να προσαρμόσει τον ορισμό που αφορά τα **nZEB** στις κατά τόπους συνθήκες, καθορίζοντας ταυτόχρονα τους συντελεστές μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας, τους συντελεστές εκπομπών CO<sub>2</sub> και θεσπίζοντας τις απαιτήσεις για την ενεργειακή τους κλάση [20].

Οι κατηγορίες **A, B** αφορούν τις περιπτώσεις όπου τα συστήματα των **ΑΠΕ** βρίσκονται εντός του χώρου κατασκευής του κτηρίου, ενώ οι κατηγορίες **C, D** αφορούν την περίπτωση όπου οι διατάξεις των **ΑΠΕ** μπορούν να βρίσκονται εντός και εκτός του χώρου της κατασκευής, έτσι έχουμε:



Οι διατάξεις των ΑΠΕ βρίσκονται στο κτήριο.



Οι διατάξεις των ΑΠΕ βρίσκονται στο κτήριο ή στην ευρύτερη περιοχή από αυτό.



Ότι εμπεριέχουν οι κατηγορίες A, B επιπροσθέτως τη δυνατότητα της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ διαφόρων τεχνολογιών.



Ότι εμπεριέχεται στη C και επιπρόσθετα της δυνατότητας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από οποιαδήποτε πιστοποιημένη <πράσινη> ενέργεια, μέσω του smart grid που ανήκει το κτήριο [20], [34].

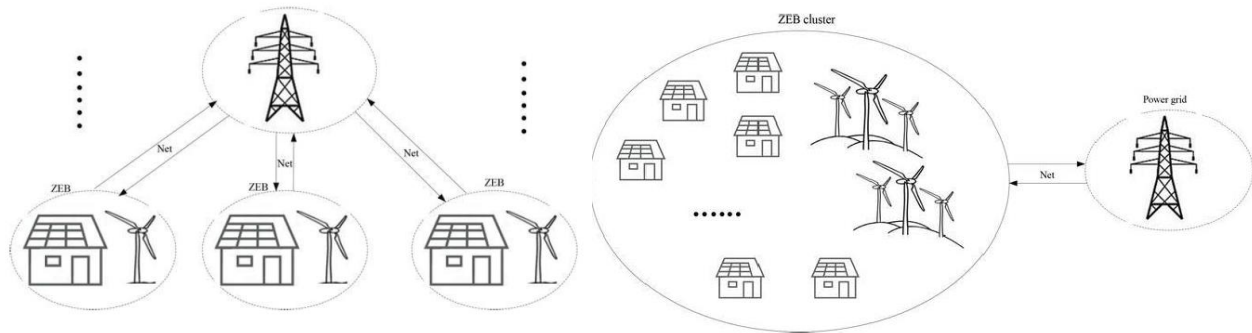
### 3.4 Διαχωρισμός συναρτήσεων των on-site και off-site καταστάσεων

- **Επιλογή 0:** Το βασικότερο βήμα για την επίτευξη του **ZEB** είναι η μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για το κτήριο, καθώς είναι προφανώς προτιμότερο να εξοικονομείται ενέργεια παρά να παράγεται επιπλέον. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τεχνικές που στοχεύουν στην αξιοποίηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού συναρτήσεων της τοπογραφίας της περιοχής και ειδικότερα του <προσανατολισμού> του οικοπέδου, έτσι ώστε να επιτυγχάνονται οι συνθήκες άνεσης με το μικρότερο δυνατό λειτουργικό κόστος.
- **Επιλογή 1:** Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα **ZEB** που έχουν εγκατεστημένες δομές **ΑΠΕ** είτε στην επιφάνεια τους είτε στη κτηριακή δομή τους. Πρόκειται για τη συνηθέστερη λύση κατά την οποία δεν <απαιτείται> η μεταφορά και η διανομή της ενέργειας και κατά συνέπεια, λόγω της αποστάσεως, μπορεί να λεχθεί ότι οι απώλειες είναι σχεδόν ανύπαρκτες.
- **Επιλογή 2:** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα **ZEB** τα οποία καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες από διατάξεις **ΑΠΕ** με τη σημαντική διαφορά ότι οι διατάξεις αυτές δεν είναι επί του κτηρίου ή στη δομή του, αλλά στον περιβάλλοντα ιδιόκτητο χώρο του.
- **Επιλογή 3:** Εδώ ανήκουν διατάξεις **ΑΠΕ** που είναι διαθέσιμες έξω από το κτήριο, βιομάζα, βιοκαύσιμα κλπ και η παραγόμενη ενέργεια από τις διατάξεις αυτές απαιτείται να μεταφερθεί στο κτήριο για να υποστηρίξει συνήθως τις ανάγκες για τη θέρμανσή του. Χαρακτηρίζονται δε ως **off-site** ΑΠΕ γιατί απαιτείται να **μεταφερθούν** στο κτήριο, και το οποίο συνοδεύεται από πρόσθετη σπατάλη ενέργειας.
- **Επιλογή 4:** Τέλος, όταν δεν καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες του κτηρίου από τις παραπάνω δομές των **ΑΠΕ**, τότε, μπορεί να απορροφηθεί ενέργεια η οποία όμως απαιτείται να έχει παραχθεί κι αυτή από δομές **ΑΠΕ** όπως φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες κλπ. [15].

### 3.5 Διαχωρισμός του κτηρίου ανάλογα τη σύνδεση του στο δίκτυο

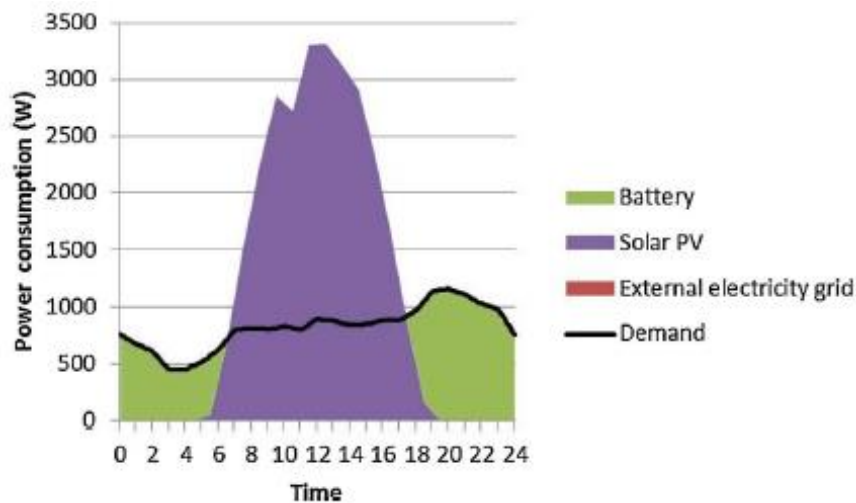
**Off - grid ZEB:** Είναι το **ZEB** το οποίο δεν είναι συνδεδεμένο σε δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, όπου θα μπορούσε να ανταλλάξει ηλεκτρική ενέργεια με αυτό. Ένα τέτοιο κτήριο, απαιτείται να είναι ενεργειακά αυτόνομο και κατά συνέπεια θα πρέπει να διαθέτει διατάξεις αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας, κατά την χρονική περίοδο όπου αυτή μπορεί να παράγεται, και για τις περιόδους όπου δεν μπορεί να παραχθεί, να υπάρχει η δυνατότητα η αποθηκευμένη αυτή ενέργεια να υποστηρίξει τις απαραίτητες τουλάχιστον λειτουργίες του κτηρίου (διάγραμμα 3.5). Όπως είναι φυσικό, το κόστος της επίτευξης ενός **off - grid ZEB** είναι εξαιρετικά υψηλό και δύσκολο λόγω του υψηλού κόστους των μέσων αποθήκευσης, η δε υλοποίησή του, επιπλέον, όσον αφορά τις διατάξεις αποθήκευσης της ενέργειας, επίσης εξαιρετικά δαπανηρή και πολλές φορές δύσκολα υλοποιήσιμη. Επίσης ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι η περίσσεια ενέργεια π.χ. σε περιόδους

μεγάλης ηλιοφάνειας, για την περίπτωση των φωτοβολταϊκών στοιχείων, δεν μπορεί να προσφερθεί στο δίκτυο, με αποτέλεσμα την οικονομική ζημία καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτηρίου, που στην περίπτωση των **on-grid ZEB** (εικόνα 3.8.α) συμβάλει στην ταχύτερη απόσβεση του αρχικού κόστους κατασκευής [21].



Εικόνα 3.8. : α. nZEB συνδεδεμένα στο δίκτυο (αριστερά) και β. nZEB community και η σύνδεσή της με το δίκτυο (δεξιά) [47],[ 48]

**On - grid ZEB:** Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή ZEB, όπου το κτήριο είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο και έτσι παρέχεται η δυνατότητα ανταλλαγής της ενέργειας μετά δικτύου και κτηρίου. Μια ενδιαφέρουσα μορφή **on - grid ZEB** είναι μια περιοχή κατοικιών (εικόνα 3.8.β), όπου κατά τη σχεδίαση και την δημιουργία της θα έχουν προβλεφθεί οι κατάλληλες για την περιοχή ΑΠΕ έτσι ώστε να επιμερίζεται το αρχικό κόστος εγκατάστασης και το κόστος συντήρησης σε όλη την <κοινότητα> η οποία θα μπορούσε να φέρει το χαρακτηρισμό της **ZEB κοινότητας**. Στην κατηγορία αυτή, η πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο (χρηματικό όφελος), σε αντίθεση με τα **off-grid ZEB** [21].



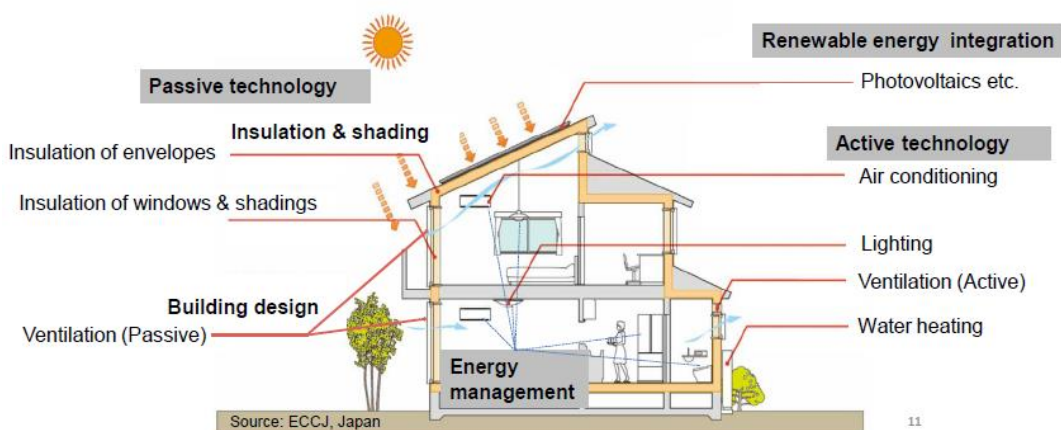
Διάγραμμα 3.5 : Ενεργειακή κάλυψη στο 24ωρο από παραγόμενη και αποθηκευμένη ενέργεια [36]

### 3.6 Σχεδιασμός και Υλοποίηση των ZEB(H), nZEB

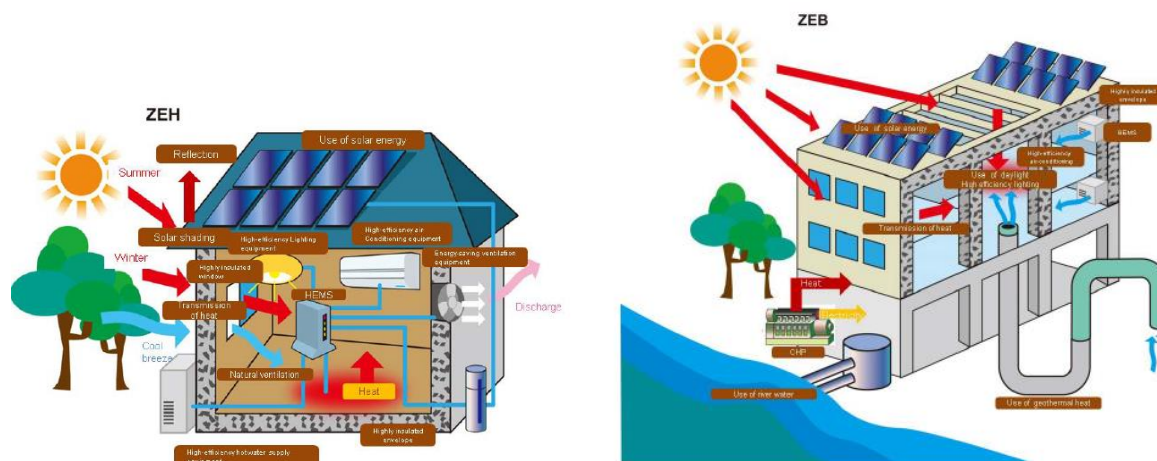
Οι τέσσερις τεχνολογικές κατηγορίες που αξιοποιούνται κατά την δημιουργία και την λειτουργία των ZEH και ZEB (εικόνα 3.9) είναι [18],[32],[44],[72]:

- Η παθητική τεχνολογία (**Passive technology**)
- Η ενεργητική τεχνολογία (**Active technology**)
- Οι διατάξεις των ΑΠΕ (**Renewable energy integration**)
- Η ενεργειακή διαχείριση του κτηρίου (**Energy management**)

#### Four Technology Categories



Εικόνα 3.9: Κατευθυντήριες γραμμές για την ανάλυση και τον ενεργειακό σύστημα βέλτιστου κόστους στο αρχικό σχεδιασμό του ZEB [72]



Εικόνα 3.10 : Προσφορά και εξοικονόμηση ενέργειας στα Zero Energy Home – ZEH και στα Zero Energy Building με τον σαφή διαχωρισμό της διαφοράς μεταξύ των εννοιών ZEB και ZEH [72]

### 3.6.1 Τρία <παραδοσιακά> βήματα για την επίτευξη των NZEB

Τα στάδια, από τη σύλληψη της ιδέας μέχρι την ολοκλήρωση του έργου και ακόμη παραπέρα, έως την κατεδάφιση και την ανακύκλωσή του (εικόνα 3.11) είναι:

#### 1<sup>ο</sup> στάδιο:

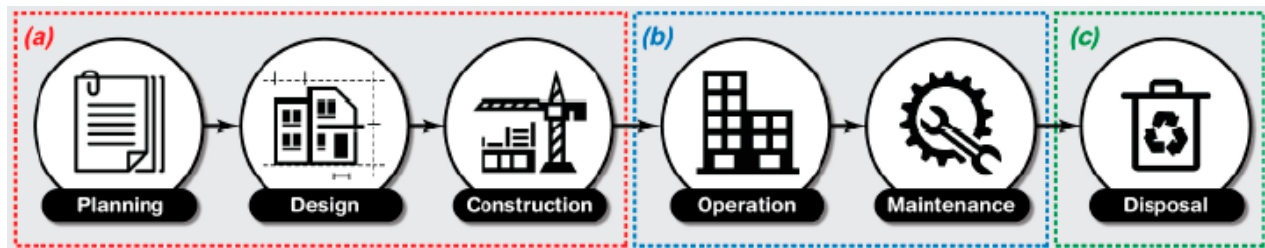
- Η ιδέα και οι προσδοκίες από το **ZEB**
- Ο σχεδιασμός και η επιλογή του μοντέλου προσομοίωσής του
- Η κατασκευή του

#### 2<sup>ο</sup> στάδιο:

- Η λειτουργία
- Η υποστήριξη του μέσω της τακτικής και έκτακτης συντήρησης

#### 3<sup>ο</sup> στάδιο:

- Η κατεδάφιση
- Η ανακύκλωση των υλικών του, μιας και σε αυτά υπάρχει συσσωρευμένη ενέργεια [13],[32],[44]



Εικόνα 3.11 : Διάφορες φάσεις στη διάρκεια ζωής του κτηρίου: α. φάση σχεδιασμού και υλοποίησης, β. φάση λειτουργίας και υποστήριξης και γ. φάση διάθεσης για την ανάκτηση υλικών και ενέργειας από αυτό [32]

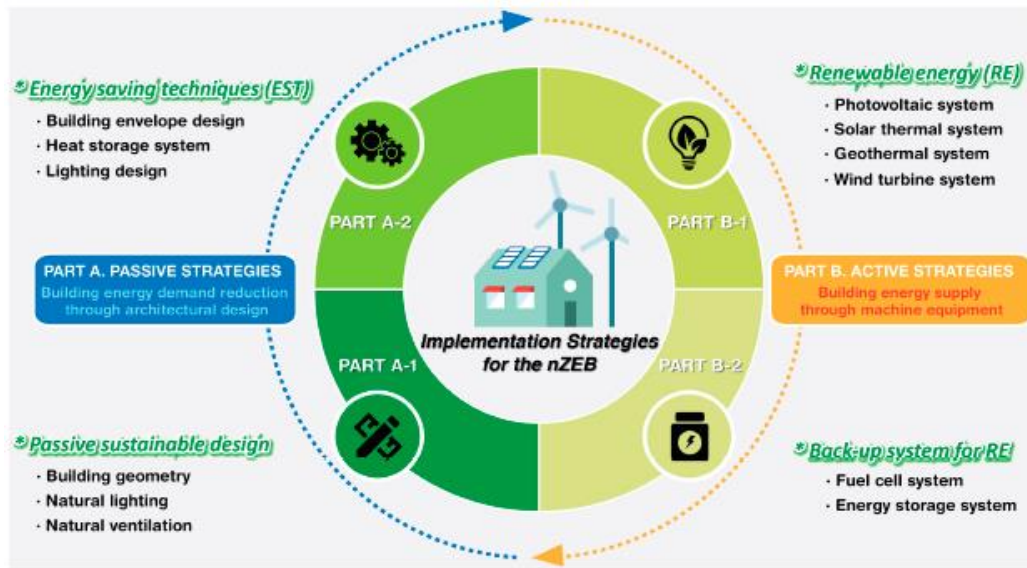


**4**

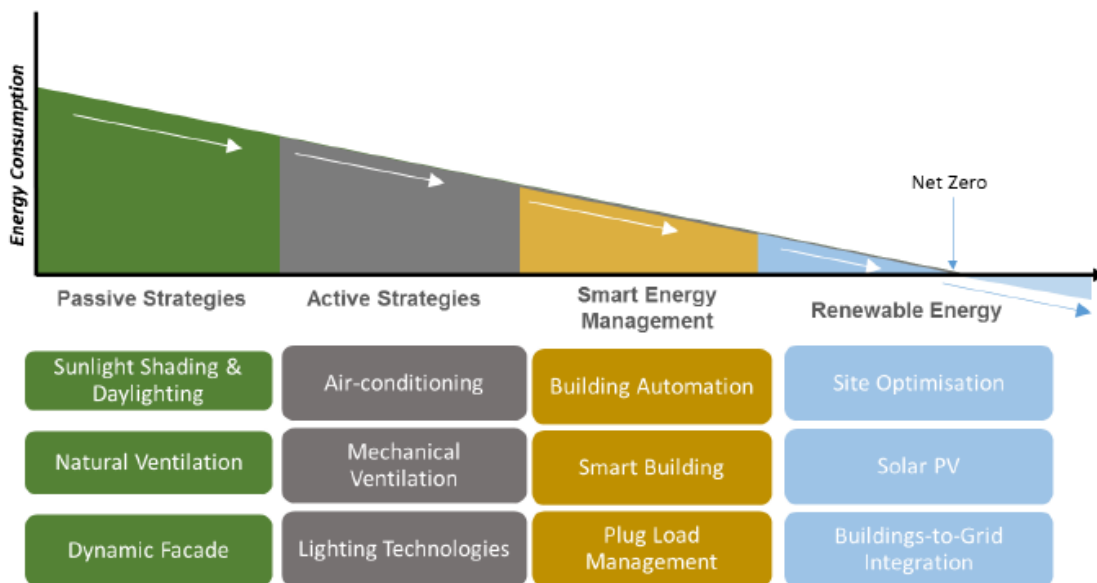
# 4 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΗΣ & ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ZEB, NZEB

## 4.1 Παθητικές τεχνολογίες στα ZEB (Passive technology on ZEB)

Συνεισφορά, των παθητικών και ενεργητικών τεχνολογιών, για την επίτευξη του στόχου των ZEB, nZEB (εικόνα 4.1, διάγραμμα 4.1).



Εικόνα 4.1: Παθητικές και ενεργητικές τεχνολογίες στα ZEB, nZEB [32]

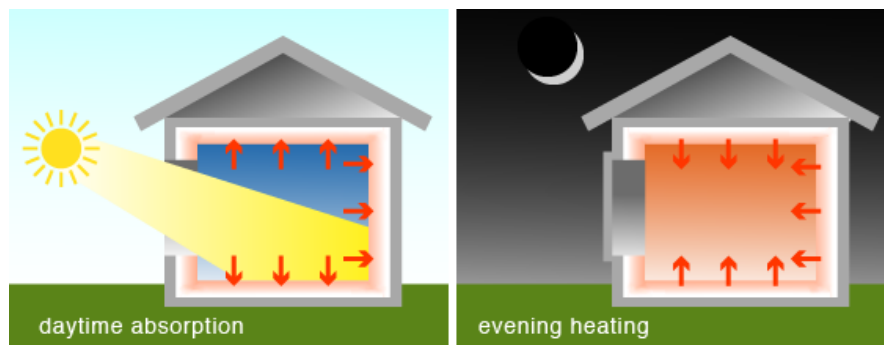


Διάγραμμα 4.1: Συνεισφορά των παθητικών και ενεργητικών τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου [91]

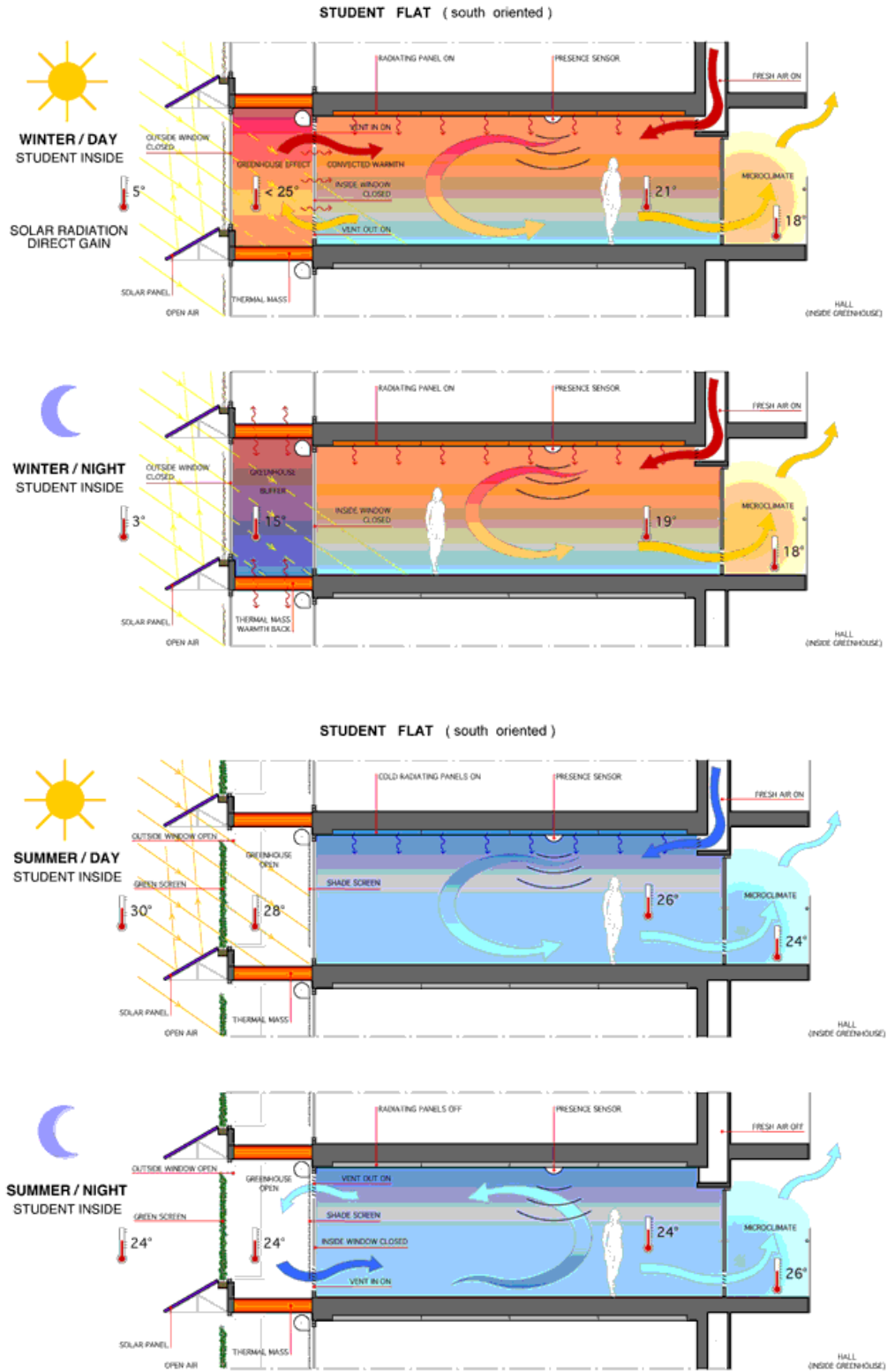
Η παθητική τεχνολογία βασίζεται στα **παθητικά συστήματα**. **Παθητικά συστήματα** είναι οι διατάξεις εκείνες όπου για την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας δεν μεσολαβούν ηλεκτρομηχανικά μέσα για τη μεταφορά της ενέργειας αλλά λαμβάνει χώρα μόνο η φυσική της ροή διαμέσου των υλικών δόμησης του κτηρίου ή η αποθήκευσή της στη θερμική μάζα του κτηρίου συναρτήσει των φυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών [27],[28]. Οι μικροκλιματικές συνθήκες που επικρατούν στις εσωτερικές και εξωτερικές πλευρές ενός κτηρίου, είναι επίσης καθοριστικές για την ορθή διάταξη των χώρων του. Η βόρεια πλευρά παραμένει η πιο ψυχρή, διότι δεν δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία και γιατί κατά την χειμερινή περίοδο, η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου είναι από τον Βοριά. Η ανατολική και δυτική πρόσοψη δέχεται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά η δυτική παραμένει πιο ζεστή εξαιτίας του συνδυασμού ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών μεσημβρινών θερμοκρασιών του αέρα. Η νότια πλευρά είναι η φωτεινότερη και η πιο ζεστή και δέχεται ηλιακή ακτινοβολία στη διάρκεια όλης της ημέρας. Αυτό το εκμεταλλευόμαστε για τον αποδοτικότερο προσανατολισμό των ηλιακών συστημάτων, φωτοβολταϊκά και ηλιακό θερμοσίφωνο. Χώροι όπου απαιτούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες πρέπει να βρίσκονται στη βορινή πλευρά των κτηρίων, ώστε να αποτελούν θερμικό φράγμα απωλειών, μεσολαβώντας ανάμεσα στους θερμούς χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον. Αντίθετα, οι χώροι των κτηρίων που θα κατοικούνται όλη τη μέρα και έχουν απαιτήσεις για υψηλότερες θερμοκρασίες τοποθετούνται στο νότιο προσανατολισμό του [27].

#### 4.1.1 Θερμική μάζα των κτηρίων

Η θερμική μάζα του κτηρίου είναι συνάρτηση των δομικών υλικών και στοιχείων του που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα η οποία αξιοποιώντας τις αρχές της Φυσικής για την μεταφορά της θερμότητας (εικόνα ), θα αξιοποιείται, για τη θέρμανση των κτηρίων και θα συμβάλει, στην εξοικονόμηση της ενέργειας που θα χρειάζονταν για την υποστήριξη των συνθηκών άνεσης των ανθρώπων εντός των κτηρίων .



Εικόνα 4.2 : Αρχή λειτουργίας της θερμικής μάζας του κτηρίου για την θέρμανσή του [63]



Εικόνα 4.3: Λειτουργία της θερμικής μάζας του κτηρίου για την χειμερινή και θερινή περίοδο καθώς για την ημέρα και νύχτα [66], [67]

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η λειτουργία και η αξιοποίηση της θερμικής μάζας (εικόνα 4.2) συνεισφέρει στη μείωση των ενεργειακών αναγκών για τη θέρμανση, την ψύξη και τον κλιματισμό του κτηρίου. Ιδανικά υλικά για την αξιοποίηση της θερμικής μάζας ενός κτηρίου είναι αυτά που διαθέτουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Τα υψηλής θερμοχωρητικότητας υλικά έχουν την ιδιότητα να συσσωρεύουν μεγάλες ποσότητες θερμότητας, χωρίς να γίνονται τα ίδια ιδιαίτερα θερμά και να την αποβάλλουν όταν το περιβάλλον γίνει ψυχρότερο από αυτά (εικόνα 4.2). Η αξιοποίηση της θερμικής μάζας των κτηρίων, εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και τις αντίστοιχες ανάγκες (συνθήκες άνεσης) σε κλιματισμό και θέρμανση.

Η ηλιακή ενέργεια αφού εισέλθει στο κτήριο, με άμεσο (ανοίγματα) ή έμμεσο τρόπο (κτηριακή δομή), εγκλωβίζεται – απορροφάται και αποταμιεύεται από τα δομικά υλικά. Την περίοδο του χειμώνα και κατά την διάρκεια της ημέρας, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, (εικόνα 4.3 άνω), η ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτηρίου. Τη νύχτα, που η θερμοκρασία μειώνεται, η αποθηκευμένη αυτή θερμότητα απελευθερώνεται σταδιακά προς τον εσωτερικό χώρο (η μεταφορά θερμότητας είναι από το θερμότερο προς το λιγότερο ψυχρότερο σώμα), μειώνοντας τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση, έως του επιπέδου της θερμικής άνεσης. Επικαλύψεις των δαπέδων από εσωτερικό κτηριακό εξοπλισμό (έπιπλα κλπ) εξουδετερώνουν την επιφάνεια της θερμικής μάζας του κτηρίου, γι' αυτό και συνιστάται τα σημεία άμεσης πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας να είναι γυμνά (χειμερινή περίοδο) και κατασκευασμένα από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας.

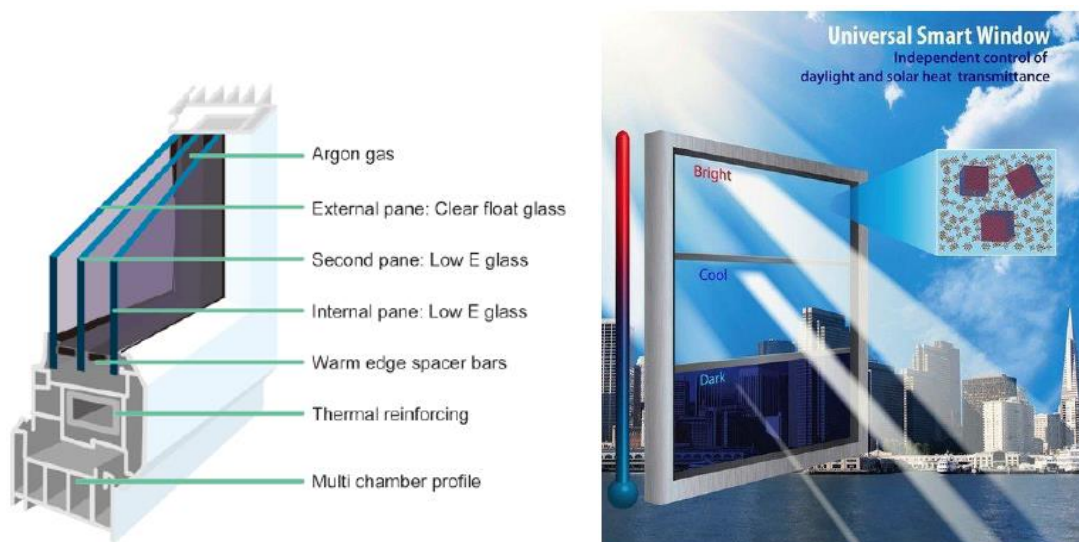
Κατά τη διάρκεια του θέρους (εικόνα 4.3 κάτω), η λειτουργία της θερμικής μάζας συνίσταται στο να καθυστερεί τη ροή της θερμότητας (από την ηλιακή ακτινοβολία, η οποία είναι και υψηλής έντασης) στο εσωτερικό του κτηρίου. Για την αποφυγή της αύξησης της θερμοκρασίας πάνω από το άνω όριο των συνθηκών άνεσης, είναι απαραίτητος ο κατάλληλος εξωτερικός σκιασμός των ανοιγμάτων, ώστε να μειώνεται όσο είναι δυνατόν η ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει απ' ευθείας και μέσω αντανακλάσεων (από διπλανές κτηριακές δομές) στα κτήρια.

Σε κάθε περίπτωση, η θερμική μάζα πρέπει να συνδυάζεται με ορθά υπολογισμένη και σωστά τοποθετημένη μόνωση του κτηριακού κελύφους. Θερμική μάζα που δεν συνδυάζεται με θερμομόνωση, μειώνει κατά πολύ τα θερμικά κέρδη κατά τις ημέρες με ηλιοφάνεια κατά τη χειμερινή περίοδο. Πέρα από τη χρήση δομικών υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας, για την μέγιστη αξιοποίηση της θερμικής μάζας των κτηρίων χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα όπως ο ηλιακός τοίχος (**Trombe wall**), η ηλιακή λίμνη κλπ [28].

#### 4.1.2 Κουφώματα – Υαλοπίνακες

Ένα μεγάλο μέρος του κτηριακού κελύφους, ανοίγματα, καλύπτεται από γυάλινες επιφάνειες. Ειδικά για τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται μεγάλες γυάλινες επιφάνειες που βελτιώνουν και αυξάνουν τα ηλιακά κέρδη. Αυτό είναι σύνηθες στα ψυχρά και ήπια κλίματα όχι όμως και για τα θερμά. Οι χρήσεις των υαλοπινάκων προκαλεί όμως και προβλήματα όπως για παράδειγμα, δεν υπάρχει θερμική άνεση ενώ υπάρχει ανάγκη σε σκιασμό που με τη σειρά του

επηρεάζει το φυσικό φωτισμό. Οι λύσεις σε αυτά τα προβλήματα είναι η χρήση υαλοπινάκων υψηλής τεχνολογίας (επιλεκτικών) παράλληλα με φυσικό ή τεχνητό σκιασμό. Η χρήση των επιλεκτικών υαλοπινάκων, δίδει τη δυνατότητα στους αρχιτέκτονες για την μέγιστη αξιοποίηση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποφεύγοντας προβλήματα υπερθέρμανσης, θάμβωσης κλπ [28].



Εικόνα 4.4 : Κουφώματα με τριπλούς υαλοπίνακες (αριστερά) και διαβαθμισμένοι υαλοπίνακες (δεξιά) [52]

Οι **ανακλαστικές τεχνολογίες** ως προς την UV ακτινοβολία και τα συστήματα των θερμοδιακοπών για την αποφυγή θερμογεφυρών

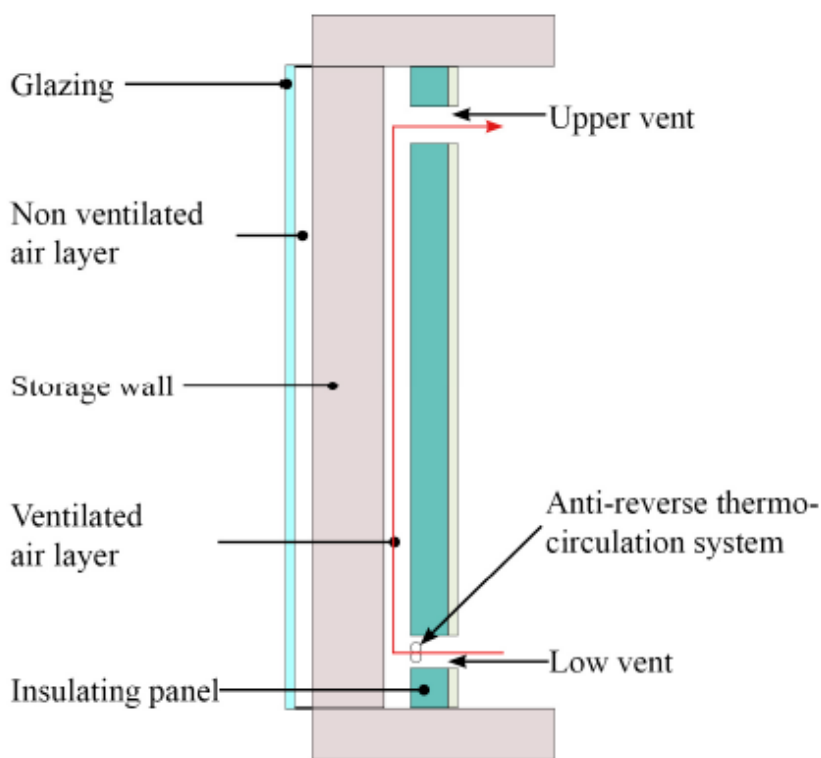


Εικόνα 4.5. Επιλεκτικοί υαλοπίνακες και θερμοδιακοπόμενα κουφώματα [59], [60]

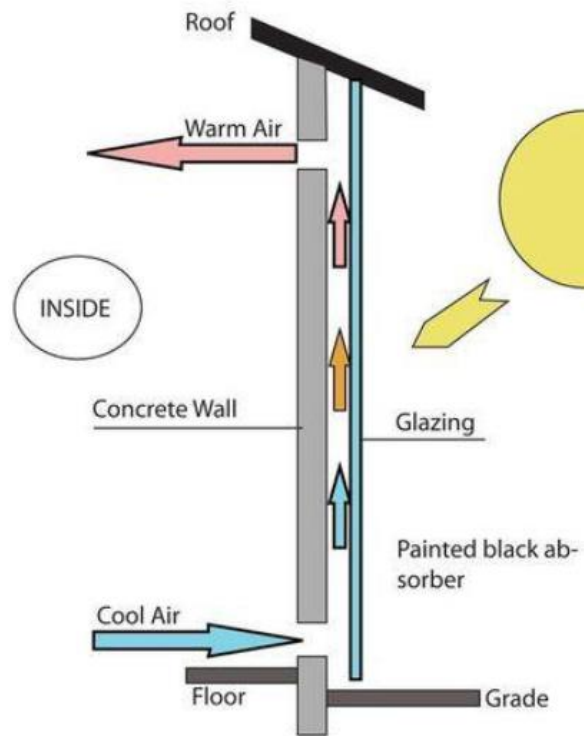
### 4.1.3 Ο <ηλιακός> τοίχος TROMBE

Ο τοίχος **Trombe** (εικόνα 4.6) είναι μια διάταξη αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας έμμεσου κέρδους η οποία λειτουργεί βάσει της αρχής του θερμοκηπίου, δηλαδή, η UV-A της ηλιακής ακτινοβολίας διαπερνά τον υαλοπίνακα που βρίσκεται μπροστά από τον τοίχο και στη συνέχεια αυτή απορροφάται από τον τοίχο. Ο αέρας ανάμεσα στον τοίχο και τον υαλοπίνακα θερμαίνεται μέσω αγωγιμότητας. Καθώς θερμαίνεται ο αέρας, διέρχεται από την κορυφή του αεραγωγού που θερμαίνει το δωμάτιο μέσω της θέρμανσης και ταυτόχρονα ο κρύος αέρας εισέρχεται μέσα από τον αεραγωγό στον πυθμένα που θερμαίνεται από τον ήλιο και ανεβαίνει ξανά, βάσει της φυσικής ροής, αφού ο θερμότερος αέρας είναι ελαφρύτερος του θερμού – ψυχρού (εικόνα 4.7). Η αρχή λειτουργίας του τοίχου Trombe είναι διαφορετική την χειμερινή από την θερινή περίοδο (εικόνες 4.8 και 4.9).

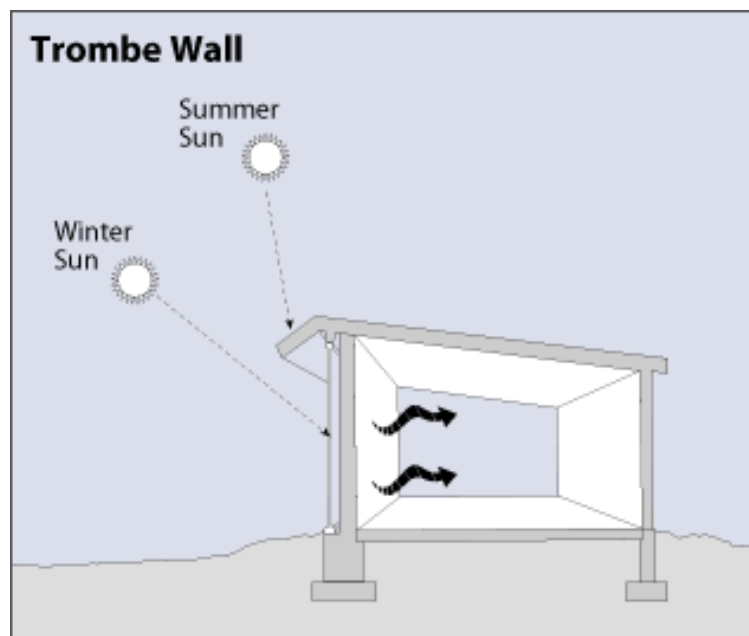
Για την βέλτιστη αξιοποίηση κάθε επιφάνειας του κτηρίου, η διάταξη του τοίχου Trombe παρέχει τη δυνατότητα για τοποθέτηση φωτοβολταϊκών στοιχείων (διάφανα ή μη) καθώς και άλλες δυνατότητες που εμπίπτουν στο **energy harvesting** [82].



Εικόνα 4.6 Τομή τοίχου Trombe [84]

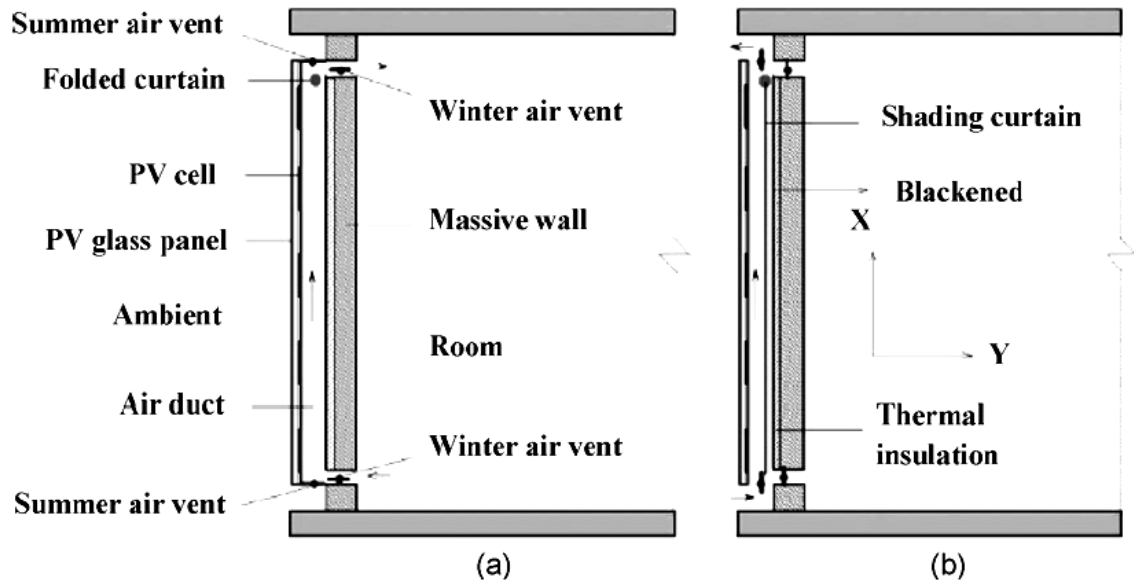


Εικόνα 4.7: Λειτουργία του τοίχου Trombe κατά τη χειμερινή περίοδο [61]



Εικόνα 4.8: Αξιοποίηση των σκιάστρων κατά τη θερινή περίοδο έτσι ώστε ο τοίχος να μην υπερθερμαίνεται [62]

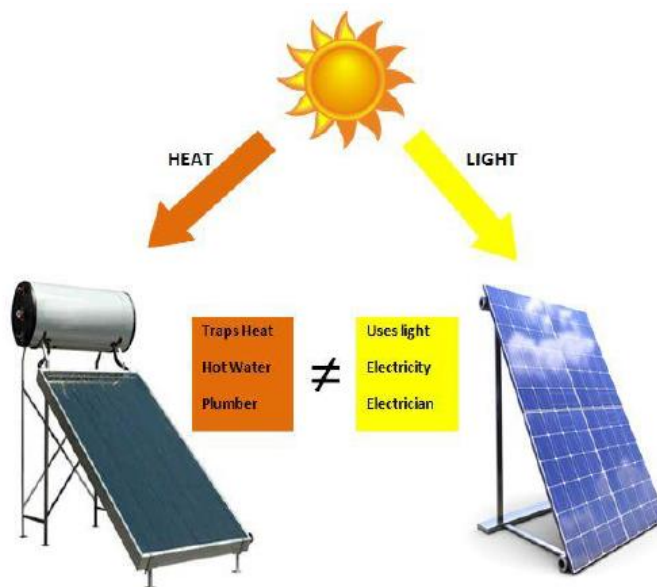




Εικόνα 4.9: Σύγκριση της λειτουργίας του τοίχου Trombe: α) κατά την χειμερινή περίοδο, για τη θέρμανση του χώρου β) κατά τη θερινή περίοδο, για τον δροσισμό του χώρου [82]

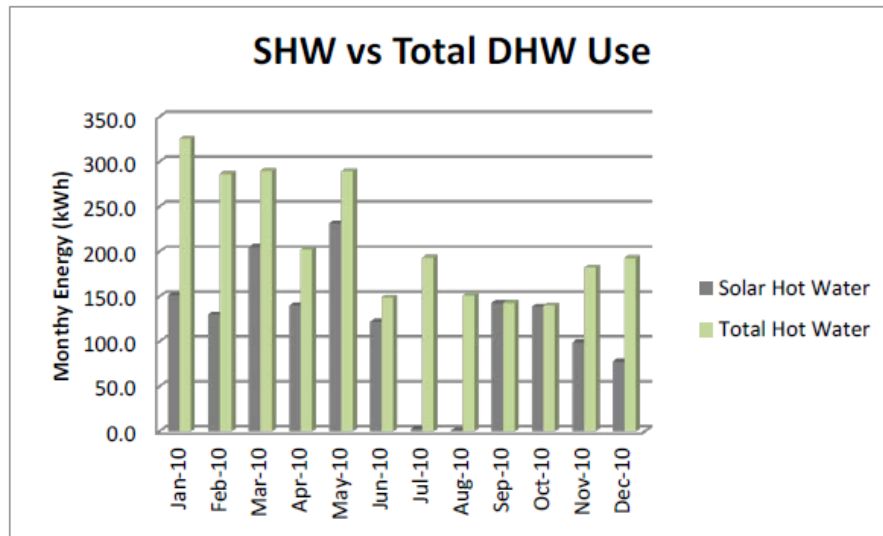
#### 4.1.4 Ηλιακό θερμοσίφωνο

Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται γενικά με δύο τρόπους (εικόνα 4.10) α) σε θερμικές εφαρμογές και β) σε φωτοβολταϊκές εφαρμογές

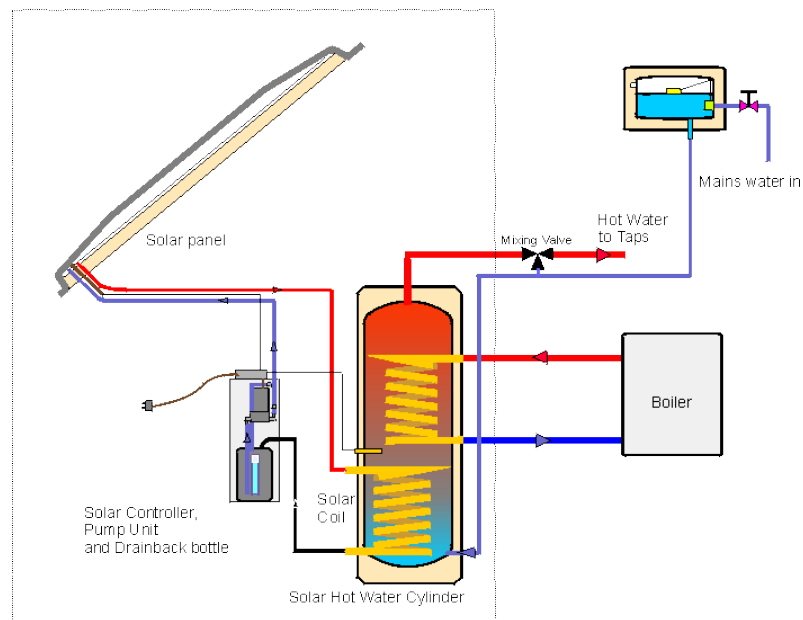


Εικόνα 4.10: Αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ζεστού νερού και για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [90]

Η θερμική αξιοποίηση περιλαμβάνει συλλογή της ηλιακής ενέργειας (εικόνα 4.11) για να παραχθεί α) θερμότητα κυρίως για θέρμανση νερού χρήσης (διάγραμμα 4.2) και τη δημιουργία ατμού για την κίνηση ατμοστροβίλων β) εφαρμογή της στα φωτοβολταϊκά συστήματα όπου μετατρέπουν άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση των φωτοβολταϊκών στοιχείων [93].



Διάγραμμα 4.2: Σύγκριση παραγωγής ηλιακού ζεστού νερού σε σχέση με το φορτίο ζεστού νερού χρήσης [39]

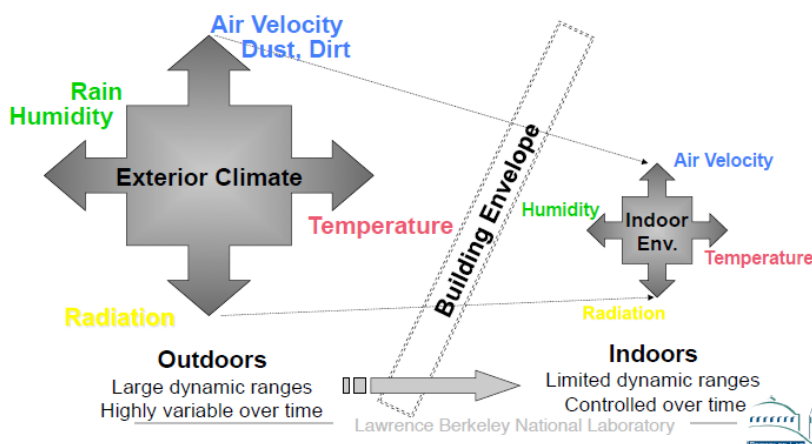


Εικόνα 4.11: Boiler διπλής ενεργείας [65]

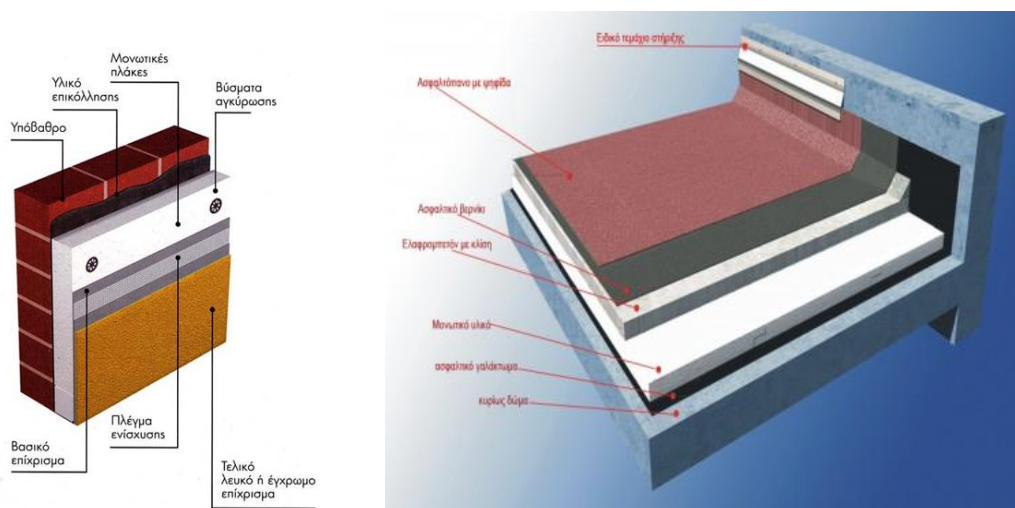
### 4.1.5 Θερμομόνωση

Η θερμομόνωση ενός δομικού στοιχείου αποτελεί τη διάταξη για τον περιορισμό της ροής της θερμότητας μεταξύ θερμότερων και ψυχρότερων υλικών. Η θερμομόνωση αποτελεί τη βασική αρχή της κτηριακής θερμικής προστασίας, μειώνοντας τις ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ του κτηρίου και του περιβάλλοντος (εικόνα 4.12) και εξασφαλίζοντας τις συνθήκες άνεσης με την ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας (διαγράμματα 4.4, 4.5, 4.6, 4.7).

Η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας του κτηριακού κελύφους περιλαμβάνει παρεμβάσεις με την τοποθέτηση μονωτικών υλικών (εικόνα 4.13) στους εξωτερικούς χώρους, στο δώμα, στο δάπεδο και σε εσωτερικούς τοίχους που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους [28].

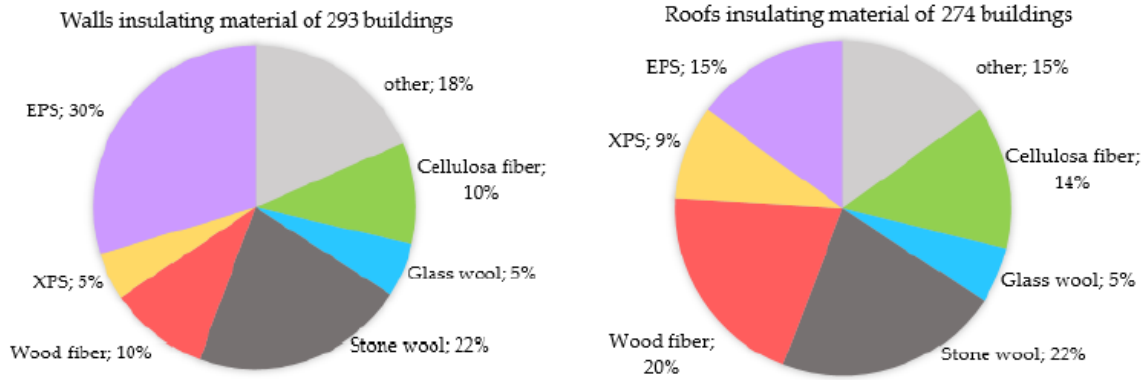


Εικόνα 4.12: Η εξωτερική θερμομόνωση λειτουργεί ως ένα δυναμικό φίλτρο [25]

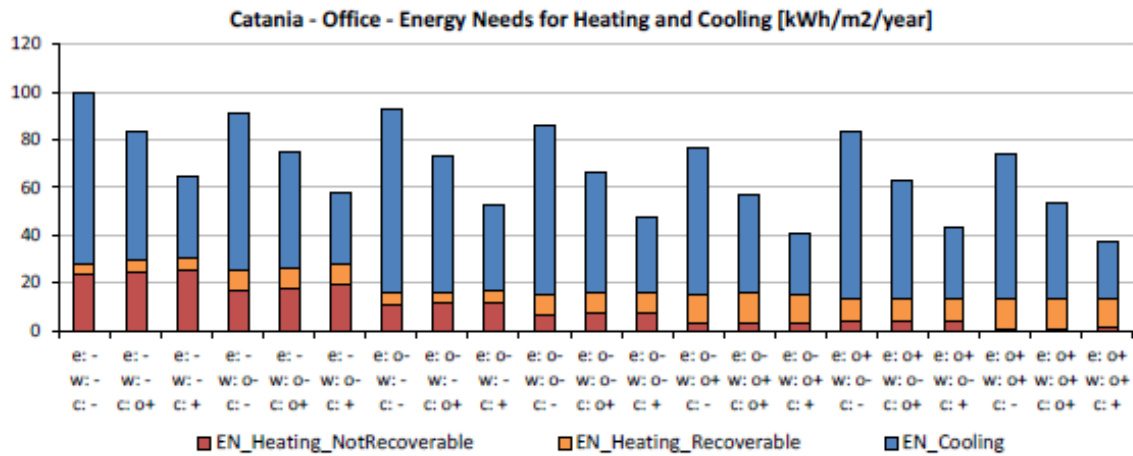


Εικόνα 4.13 : Εξωτερική μόνωση τοίχου (αριστερά) δώματος (δεξιά) [54],[55]

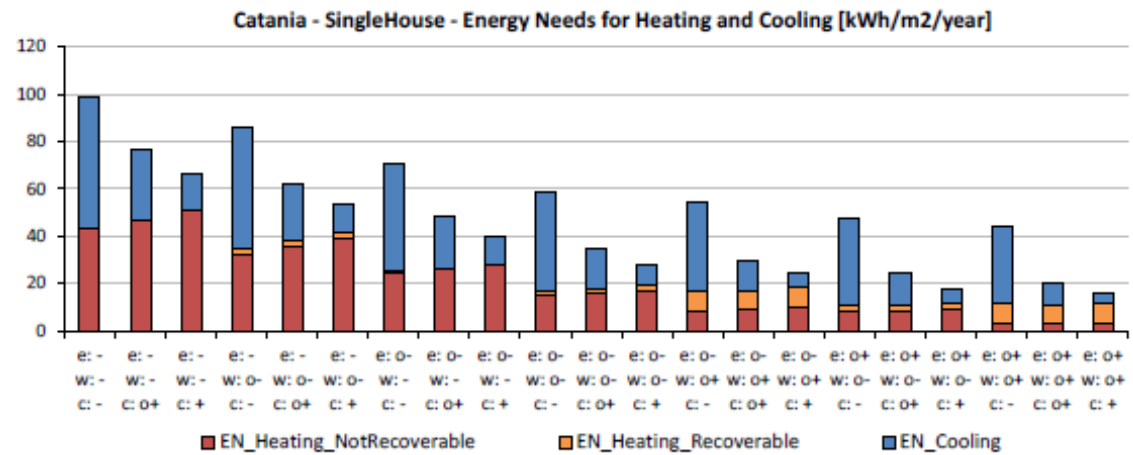
Η αποτελεσματικότητα και κατά συνέπεια το ενεργειακό όφελος, δεν είναι συνάρτηση μόνο της ύπαρξης θερμομόνωσης στα κτήρια αλλά και των υλικών της και του είδους της (διάγραμμα 4.3).



Διάγραμμα 4.3: Μερίδιο των μονωτικών υλικών που χρησιμοποιούνται στους τοίχους (α) και στις στέγες (β) [40]



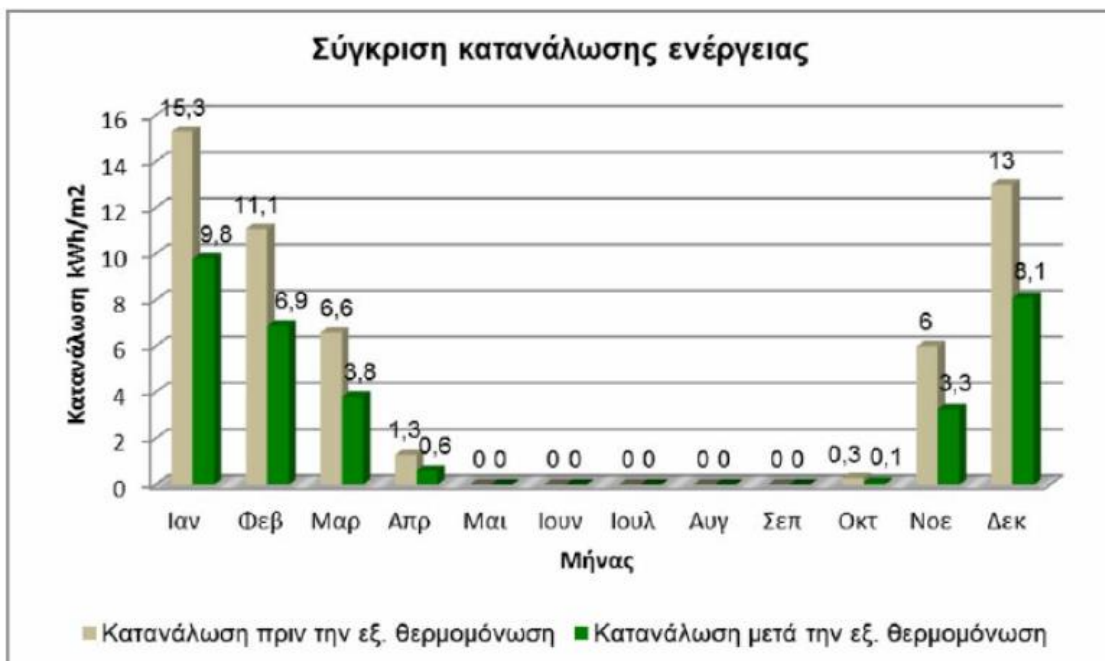
Διάγραμμα 4.4 : Ενεργειακές ανάγκες (EN) για θέρμανση και ψύξη κτηρίου γραφείων στην Κατάνια, συναρτήσει 21 ειδών θερμομόνωσης [42]



Διάγραμμα 4.5: Ενεργειακές ανάγκες (EN) για θέρμανση και ψύξη μονοκατοικίας συναρτήσει 21 ειδών θερμομόνωσης [42]



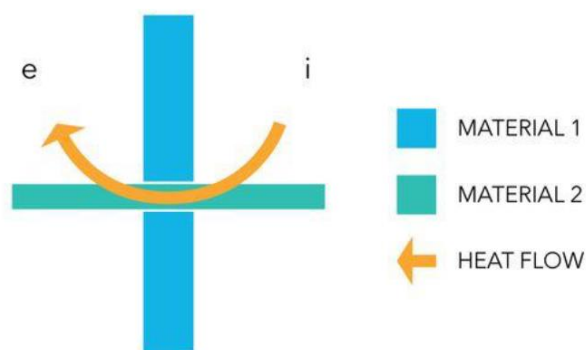
Διάγραμμα 4.6: Κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη της ψύξης πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση [14]



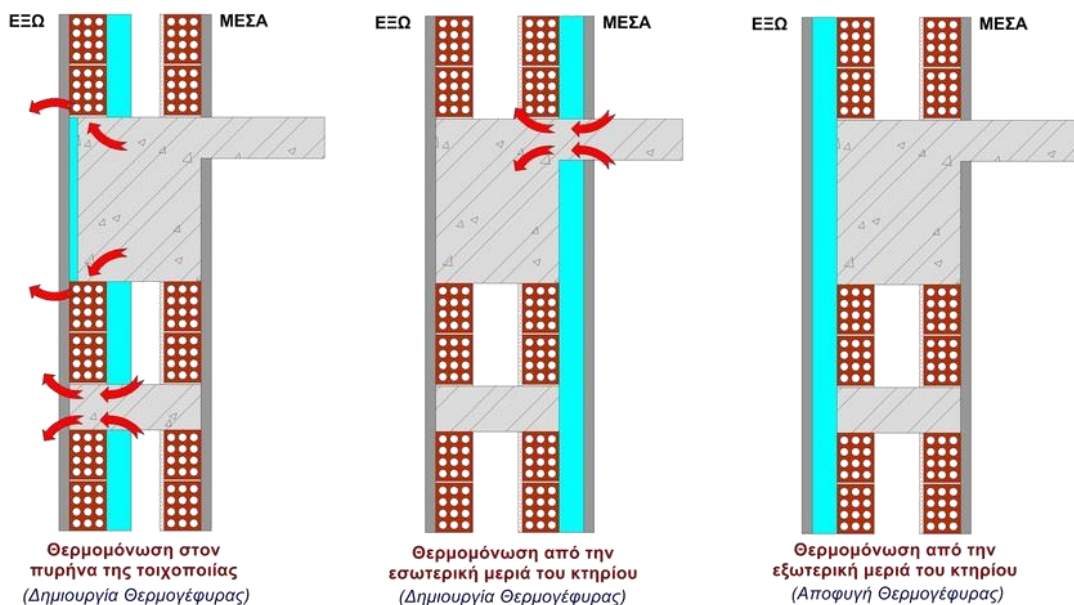
Διάγραμμα 4.7: Κατανάλωση ενέργειας για την υποστήριξη της θέρμανσης πριν και μετά την εξωτερική θερμομόνωση [14]

### 4.1.5.1 Θερμογέφυρες

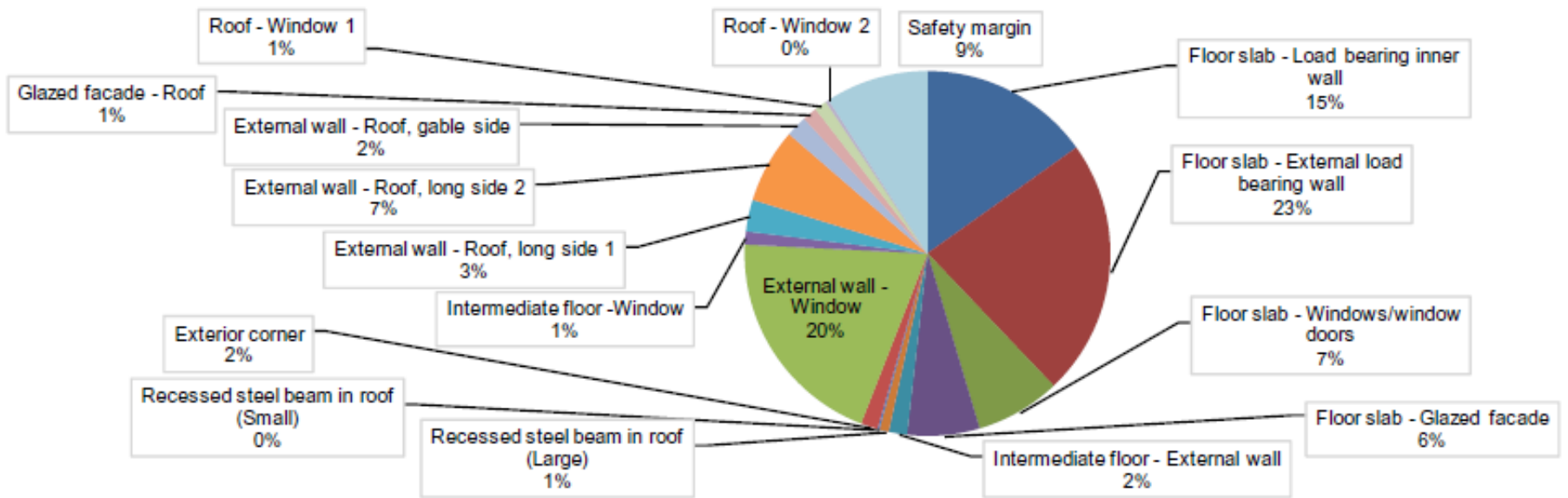
Οι θερμογέφυρες (εικόνα 4.14) αποτελούν ένα σοβαρό πρόβλημα απωλειών θερμότητας και σχηματίζονται μεταξύ δύο σημείων της δομής του κτηρίου (διάγραμμα 4.8). Το αίτιο που προκαλεί αυτό το φαινόμενο (εικόνα 4.15) είναι τα κενά στη μόνωση, οι διάφορες αγκυρώσεις ή στην περίπτωση κατασκευής της θερμομόνωσης με πυκνά υλικά. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την διατήρηση της συνέχειας της μόνωσης και την αποφυγή χρήσης πυκνών υλικών στις κοιλότητες [28].



Εικόνα 4.14: Λειτουργία θερμογέφυρας [46]

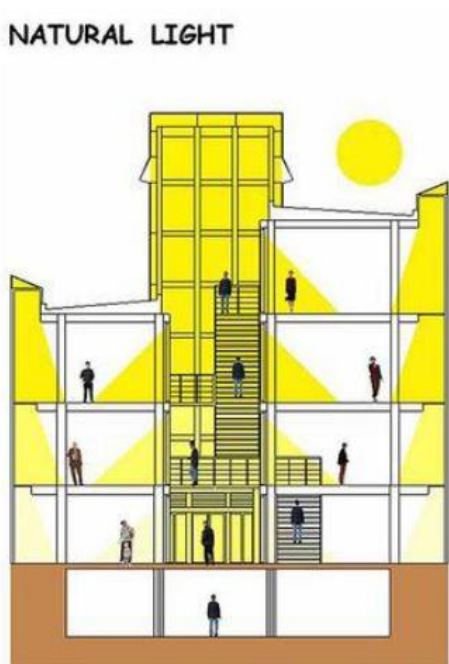


Εικόνα 4.15: Λειτουργία θερμογέφυρας σε εφαρμογή [60]



Διάγραμμα 4.8: Σχετική επίδραση των αναγνωρισμένων θερμικών γεφυρών [23]

#### 4.1.6 Φυσικός φωτισμός



*Εικόνα 4.16: Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού για τον φωτισμό των κτηρίων [53]*

Ο επιτυχής φυσικός (και τεχνητός) φωτισμός (εικόνα 4.16) συμβάλλει στην καλή και ξεκούραστη όραση των ανθρώπων. Ο ανεπιτυχής φωτισμός μεταξύ άλλων προβλημάτων προκαλεί ατυχήματα, καταπονεί τους οφθαλμούς, δημιουργεί πονοκεφάλους και μειώνει την παραγωγικότητα. Οι άνετες συνθήκες φωτισμού, κατάσταση ευφορίας και όχι δυσφορίας ή κατάθλιψης, εξαρτώνται από τους παράγοντες οι οποίοι είναι:

- Η ένταση του φωτισμού
- Η ένταση του φωτισμού συναρτήσσει της θερμοκρασίας του χρώματός του
- Η ποιότητα του φωτισμού (θερμοκρασία χρώματος, δείκτης χρωματικής απόδοσης, χαμηλή ή υψηλή λαμπρότητα κατά περίπτωση, η αντίθεση κλπ
- Η σωστή κατανομή της φωτεινής ροής στο χώρο (αποφυγή του φαινομένου της θάμβωσης) [26].

Η οπτική άνεση επιτρέπει στους χρήστες του κάθε κτηρίου να βλέπουν ικανοποιητικά και ξεκούραστα. Η εξασφάλιση αυτών των συνθηκών εξασφαλίζεται από την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού (εικόνες 4.17), μέσω των ανοιγμάτων και των φωταγωγών του κτηρίου. Ο φυσικός φωτισμός του κτηρίου, για την αξιοποίηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, απαιτεί την προσεκτική επιλογή των κατάλληλων σχεδιαστικών κατασκευαστικών παραμέτρων (ανοίγματα), την προσαρμογή (μέσω φυσικών ή τεχνητών σκιάστρων), της στάθμης του φωτισμού ανάλογα με τα επιθυμητά επίπεδα της έντασης του φωτισμού συναρτήσσει του γεωγραφικού πλάτους, του προσανατολισμού και την χρονική περίοδο του 24ώρου [28].



#### 4.1.6.1 Πλευρικός φυσικός φωτισμός (Side natural lighting)



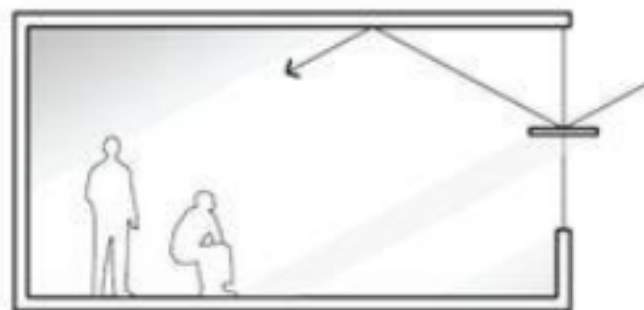
OVERHANG

α)



$2.5 \times h$

β)

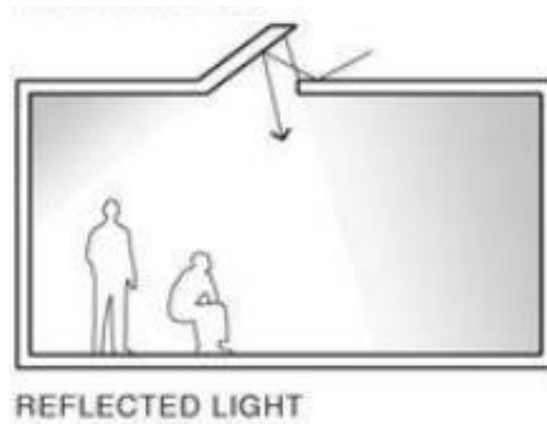


LIGHT SHELF

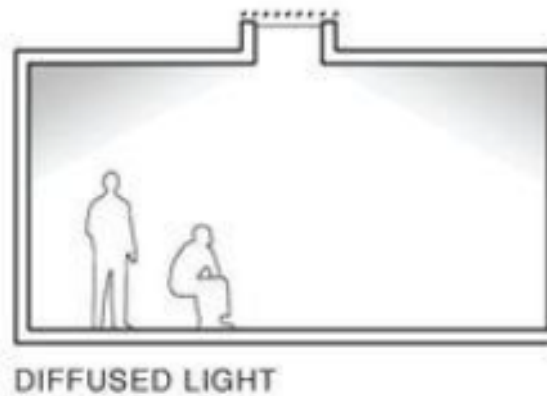
γ)

Εικόνα 4.17: α) Πλευρικός φυσικός φωτισμός, β) Φωτισμός σε βάθος του χώρου συναρτήσει των διαστάσεων του ανοίγματος, γ) Πλευρικός φωτισμός με τη χρήση ανακλώμενων επιφανειών για την καλύτερη ομοιομορφία της εντάσεως του φωτισμού [78]

#### 4.1.6.2 Φυσικός φωτισμός από την οροφή (Top natural lighting)



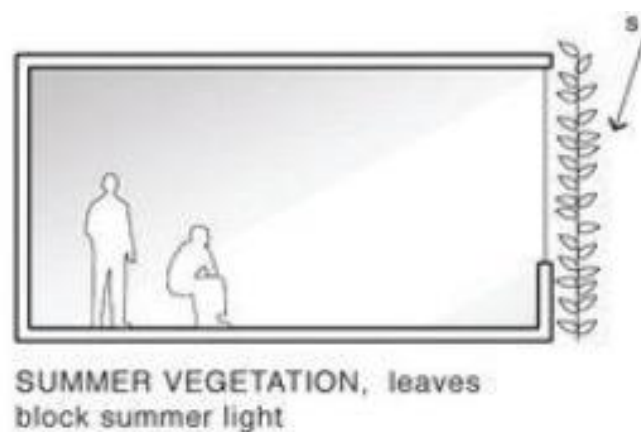
α)

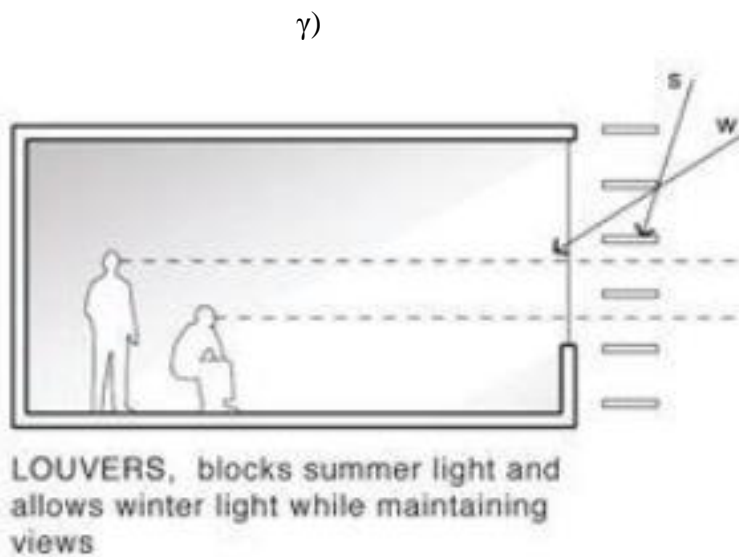
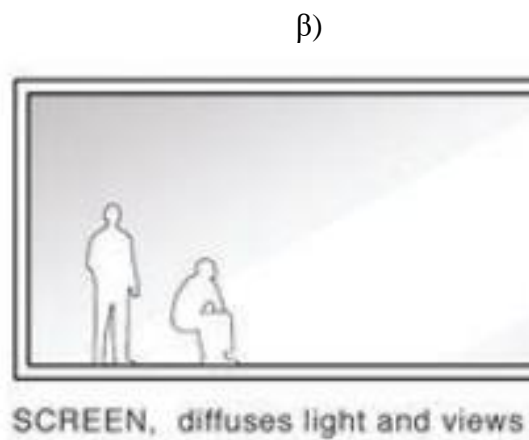
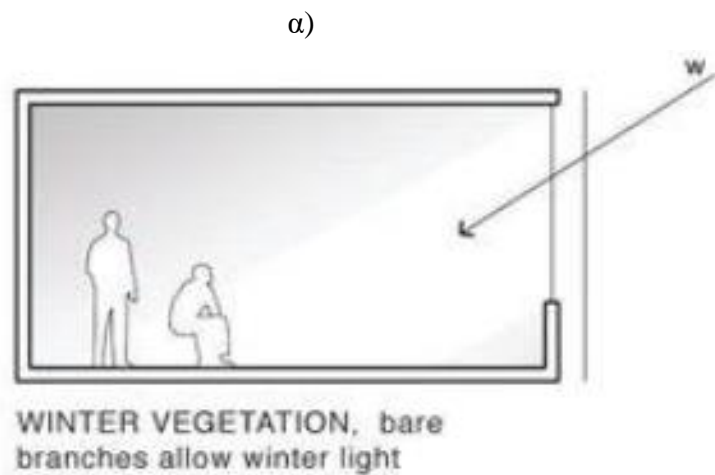


β)

Εικόνα 4.18: α) Ανακλώμενος φωτισμός από την οροφή, β) Διάχυτος φωτισμός από την οροφή [78]

#### 4.1.6.3 Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός (Anti-glare natural lighting)





δ)

Εικόνα 4.19: α) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω φυλλώματος, β) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω πετασμάτων, γ) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός μέσω πετασμάτων, δ) Αντιθαμβωτικός φυσικός φωτισμός συναρτήσεως των σκιάστρων για τη χειμερινή και την θερινή περίοδο [78]

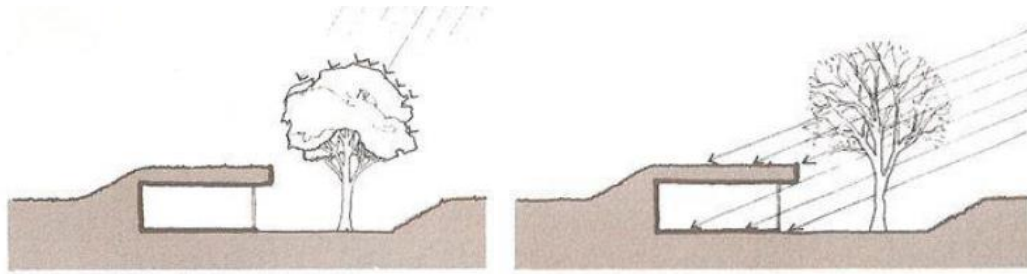
#### 4.1.7 Σκίαση

Οι δυνατότητες για την εξοικονόμηση ενέργειας στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου επιτυγχάνεται και με την κατάλληλη δένδροφύτευση έτσι ώστε να εμποδίζεται η ροή των ψυχρών χειμερινών ανέμων προς το κτήριο και ταυτόχρονα να επιτρέπεται να φθάσει σε αυτό η ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανσή του. Επίσης ο σκιασμός του κτηρίου και των ανοιγμάτων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης κατά τέτοιο τρόπο που να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτηρίου τη θερινή περίοδο, διότι η βλάστηση μετριάζει την εξωτερική θερμοκρασία λόγω της ιδιότητας του φυλλώματος να απορροφά θερμότητα και να επιτρέπουν την περίοδο του χειμώνα να φθάνει η άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Τη φύτευση φυλλοβόλων δέντρων (εικόνα 4.20) στις νότιες, τις νοτιοδυτικές και τις νοτιοανατολικές πλευρές του κτηρίου, την κατασκευή υπαίθριων σκιάστρων (εικόνα 4.21), τη χρήση στοιχείων νερού που σε συνδυασμό με την κατεύθυνση των ανέμων κατά την περίοδο του καλοκαιριού συμβάλλουν στη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτήριο [28].

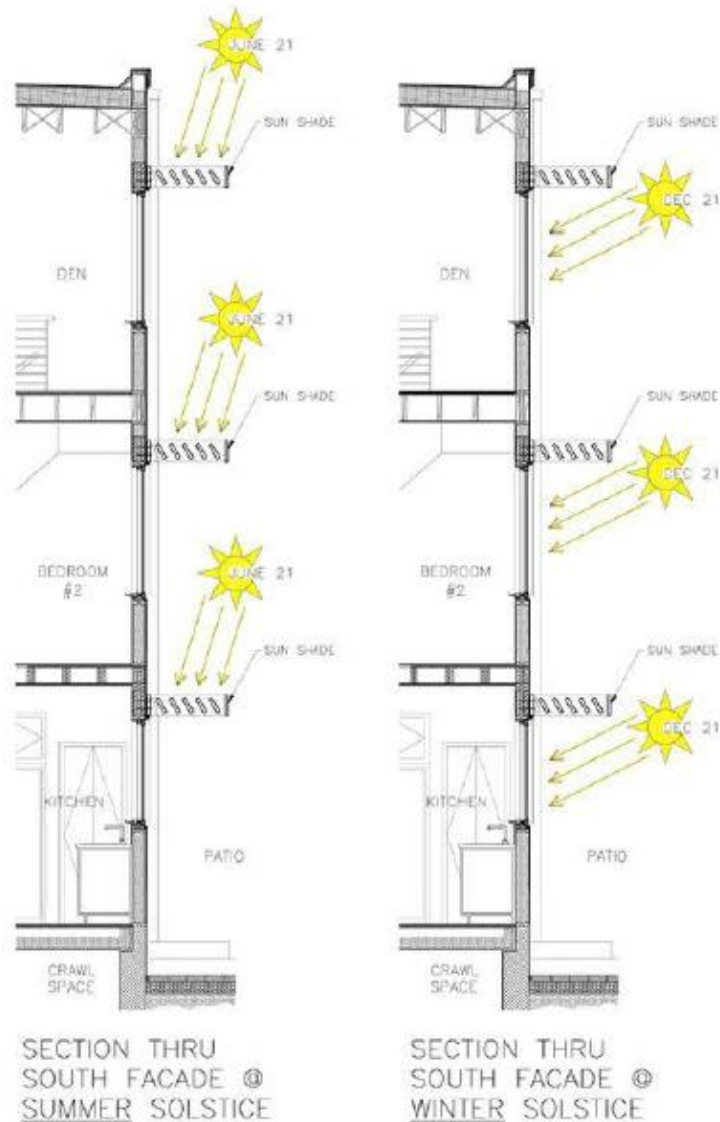
Τα ηλιακά κέρδη που προκύπτουν από τα ανοίγματα της κτηριακής κατασκευής, κατά το πέρασμα της θερμογόνου ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα μεγάλα και χρειάζονται απαραίτητως ηλιοπροστασία. Η μελέτη της ηλιοπροστασίας πρέπει να περιλαμβάνει την επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το θέρος, αλλά να μην περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος κατά το χειμώνα και να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες σε φυσικό φωτισμό. Η σκίαση είναι περισσότερη αποδοτική 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 [28]. Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων, τα βασικά κριτήρια που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο προσανατολισμός της όψης, η αισθητική του κτηρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων του, η χρήση του χώρου.

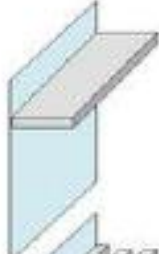

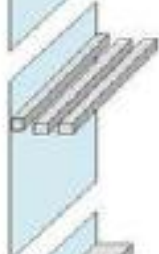
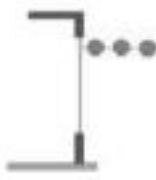
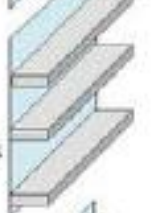

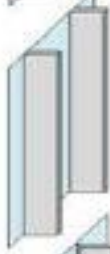





Όσον αφορά τον προσανατολισμό (εικόνα 4.21 και 4.22) οι μελέτες δείχνουν ότι για τον νότιο προσανατολισμό προτιμώνται τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τη θερινή περίοδο. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος προεξοχής των περσίδων ώστε να διασφαλίζεται ο θερινός σκιασμός των ανοιγμάτων και η διέλευση του ήλιου στο χώρο το χειμώνα. Για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, προτιμάται η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες καθώς ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά κοντά στον ορίζοντα. Η σταθερή σκίαση δεν είναι αποτελεσματική λύση καθώς εμποδίζεται ο ηλιασμός του χώρου το χειμώνα. Για τον νοτιοανατολικό ή το νοτιοδυτικό προσανατολισμό, είναι ιδανικός, ο συνδυασμός τόσο των οριζόντιων όσο και των κατακόρυφων περσίδων, η οποία ορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου για τους θερινούς μήνες [28].



4.20: Αξιοποίηση των φυλλοβόλων δέντρων κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αριστερά) και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (δεξιά) συναρτήσει της ηλιακής τροχιάς [56]



Εικόνα 4.21 :Λειτουργία τεχνητών σκιάστρων τα οποία βρίσκονται τοποθετημένα στη νότια πλευρά του κτηρίου τόσο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (αριστερή στήλη) όσο και κατά τη διάρκεια του χειμώνα (δεξιά στήλη) [57]

	3-D View	Section/Plan	Ideal orientation	View restriction
Horizontal single blade			South	★★★★
Outrigger system			South	★★★★
Horizontal multiple blades			South	★★★☆☆
Vertical fin			East/West	★★★☆☆
Slanted Vertical fin			East/West	★★★☆☆
Eggcrate			East/West	★★★☆☆

Εικόνα 4.22: Διατάξεις και αξιολόγηση σκιάστρων συναρτήσει του προσανατολισμού της πλευράς του κτηρίου που πρόκειται να τοποθετηθούν [58]

#### **4.1.8 Φυσικός αερισμός και δροσισμός**

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού (εικόνα 4.23) είναι:

- **Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες**
- **Ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων**
- **Φυσική ψύξη του κτηρίου μέσω της εξάτμισης ύδατος**
- **Φυτεμένα δώματα ή πράσινες στέγες για τη μείωση του θερμικού φορτίου των κτηρίων**

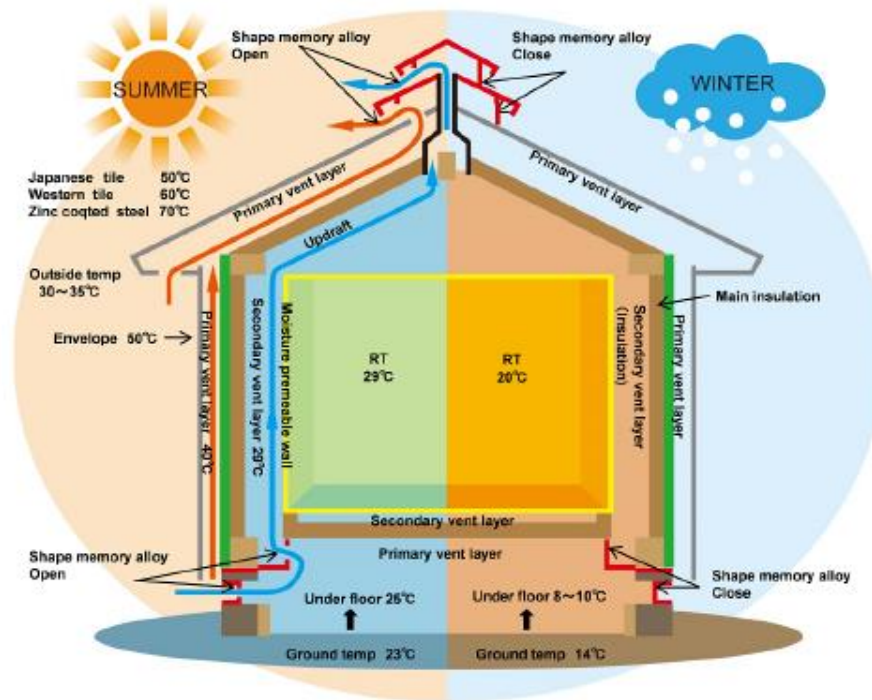
##### **4.1.8.1 Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες**

Στις εύκρατες περιοχές και κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου οι κλιματολογικές συνθήκες είναι χαμηλών θερμοκρασιών και μέσης έως υψηλής υγρασίας, η συχνότητα του αερισμού των χώρων πρέπει να μειώνεται έτσι ώστε να μειώνονται και οι θερμικές απώλειες. Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο, ο φυσικός αερισμός είναι συχνός και απαραίτητος έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες άνεσης για τον άνθρωπο.

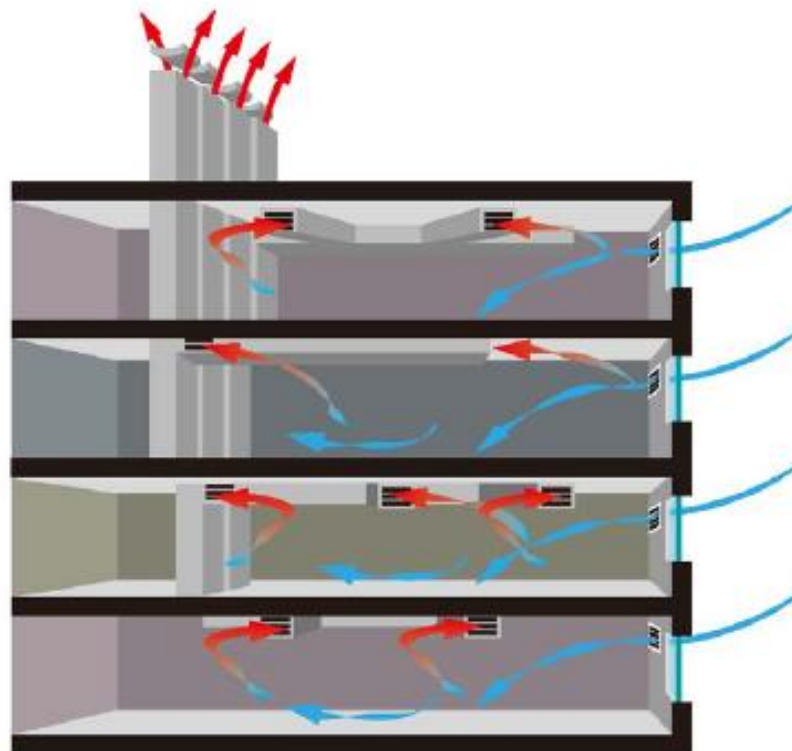
##### **4.1.8.2 Ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων**

Ο σωστός σχεδιασμός των ανοιγμάτων, τα οποία έχουν την δυνατότητα να ανοίγουν, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού. Γενικά, τα ανοίγματα εισόδου του αέρα θα πρέπει να είναι αντιμέτωπα στην ροή του ανέμου για το βέλτιστο αποτέλεσμα. Όσον αφορά τα ανοίγματα εξόδου, πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή τουλάχιστον ίσα με τα ανοίγματα εισόδου έτσι ώστε να διευκολύνεται η ελεύθερη κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο και να μη δημιουργούνται φαινόμενα υποπίεσης [28].

Η εξασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού παρέχει δροσισμό απομακρύνοντας το επιπλέον θερμικό φορτίο έξω από το κτήριο και από το ανθρώπινο σώμα χρησιμοποιώντας τη ροή του αέρα. Η κίνηση του αέρα προκαλείται είτε από τη φυσική του ροή (εικόνα 4.24) είτε βεβιασμένα μέσω ηλεκτρομηχανολογικών διατάξεων (εικόνα 4.27). Η διαφορά πίεσης μεταξύ δυο πλευρών του κτηρίου δημιουργεί ροή του αέρα κατ' αντιστοιχία της διαφοράς δυναμικού. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία αέρα είναι χαμηλότερη από την εσωτερική ο αερισμός του κτηρίου μπορεί να αποβάλλει προς τον εξωτερικό χώρο τα θερμικά ή ηλιακά κέρδη που συσσωρεύτηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας, εξασφαλίζοντας στο κτήριο δροσερό αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας. Συμβάλλει επομένως στην εξασφάλιση της θερμικής άνεσης και στην ευεξία των ανθρώπων που βρίσκονται σε ένα χώρο [28].



Εικόνα 4.23: Λειτουργία του φυσικού αερισμού – δροσισμού ενός κτηρίου κατά την θερινή και την χειμερινή περίοδο [24]



Εικόνα 4.24: Σχηματικές εικόνες φυσικού αερισμού για ένα κτήριο [24]



Η πιο διαδεδομένη μέθοδος, ιδιαίτερα αποδοτική και ταυτόχρονα χωρίς την άμεση κατανάλωση ενέργειας, είναι η αξιοποίηση του φυσικού αερισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας όπου η θερμοκρασία είναι χαμηλή και ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στο χώρο και απάγει την θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στα δομικά στοιχεία κατά τη διάρκεια της ημέρας. Με τον τρόπο αυτό σταματά η ετεροχρονισμένη εκπομπή θερμότητας από τη μάζα του κτηρίου προς τον εσωτερικό χώρο και επιπλέον μειώνεται η θερμοκρασία της. Την επόμενη μέρα η θερμοκρασία των χώρων είναι χαμηλότερη και το κέλυφος ξεκινά να αποθηκεύει θερμότητα από χαμηλότερη θερμοκρασία για να συνεχιστεί ο προαναφερόμενος κύκλος του φυσικού αερισμού - δροσισμού.

Ο νυχτερινός αερισμός είναι πολύ αποδοτικός στις περιοχές με μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας, αλλά ικανοποιητικά είναι τα αποτελέσματα και σε περιοχές με εύκρατο κλίμα, όπως η Ελλάδα. Ο ειδικός σχεδιασμός των ανοιγμάτων μπορεί να αυξήσει την ταχύτητα του εισερχόμενου αέρα, αυξάνοντας έτσι την αποδοτικότητα, και να ρυθμίσει την παροχή του [28].

#### **4.1.8.3 Φυσική ψύξη του κτηρίου μέσω της εξάτμισης ύδατος**

Επιτυγχάνεται με τη ροή του αέρα πάνω ή διαμέσου υγρών επιφανειών προκαλώντας έτσι την εξάτμιση του νερού και την μείωση της θερμοκρασίας. Εξάτμιση συμβαίνει όταν η πίεση ατμών του νερού είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση υδρατμών στην παρακείμενη ατμόσφαιρα. Η αλλαγή του νερού από υγρό σε ατμό συνοδεύεται από την απορρόφηση μεγάλης ποσότητας θερμότητας από τον αέρα που κατεβάζει τη θερμοκρασία του αέρα και ταυτόχρονα αυξάνει την περιεχόμενη υγρασία του. Η ύπαρξη σκίασης και η παροχή δροσερού υγρού αέρα βελτιώνουν την διαδικασία του φαινομένου της εξάτμισης. Όταν ο αέρας εισέρχεται απ' ευθείας στο κτήριο έχουμε άμεσο δροσισμό (λόγω του φαινομένου της εξάτμισης), ενώ όταν ψύχει το κέλυφος τότε έχουμε έμμεσο δροσισμό, λόγω του παραπάνω φαινομένου [28].

#### **4.1.8.4 Φυτεμένα δώματα ή πράσινες στέγες για τη μείωση του θερμικού φορτίου των κτηρίων**

Η συμβολή της βλάστησης στην προστασία της κατοικίας το καλοκαίρι, πρέπει να συμβάλλει στον επαρκή αερισμό και στην επαρκή ηλιοπροστασία. Η επαρκής σκίαση επιτυγχάνεται με τη φύτευση δέντρων στη δυτική όψη του κτηρίου αλλά και με την κατασκευή πέργκολας. Είναι σημαντικό να γίνει προσεκτικός υπολογισμός της απόστασης που πρέπει να υπάρχει μεταξύ δέντρου και κτηρίου, ώστε να επιτρέπεται ο επαρκής αερισμός του. Τα κοντά και πλατιά δέντρα προσφέρουν καλή ηλιοπροστασία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το συνδυασμό των παρακάτω τεχνικών:

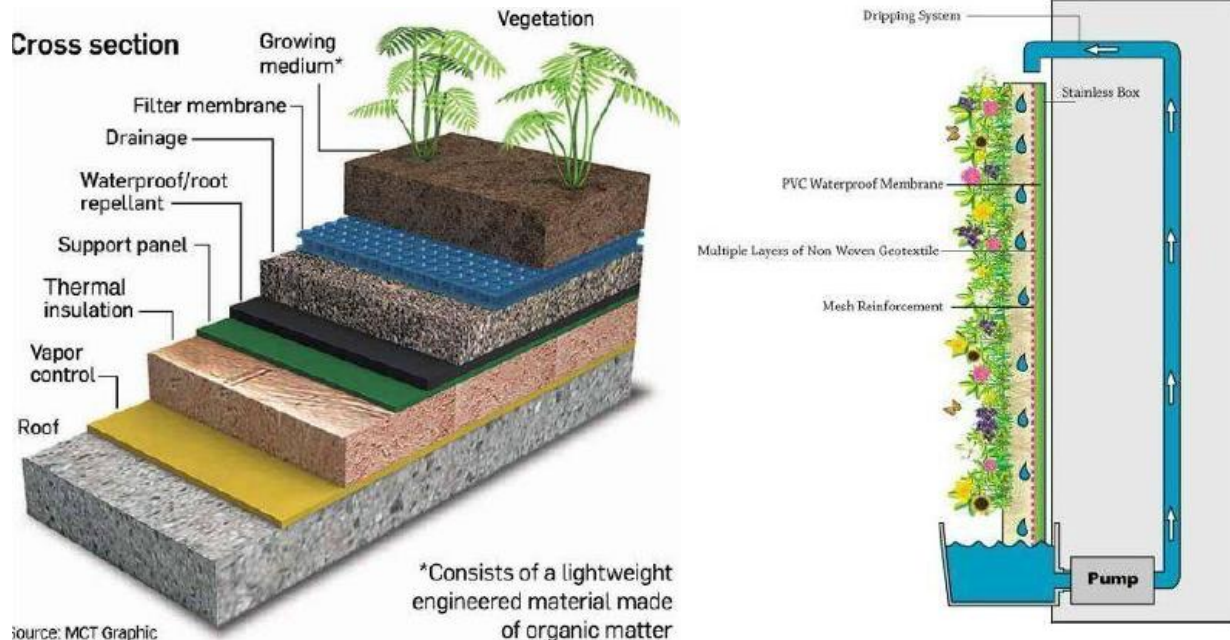
- την τοποθέτηση βλάστησης σε πέργκολα στο δώμα ή σε πέργκολα προσκείμενη σε μία από τις πλευρές του κτηρίου,

- η χρήση της βλάστησης κατά τέτοιο τρόπο που να δημιουργεί ένα κλειστό προστατευμένο χώρο που βρίσκεται σε άμεση επαφή με το κτήριο, ή να έρχεται σε επαφή με τη στέγαση του κτηρίου και το φυτεμένο δώμα,
- την τοποθέτηση του πρασίνου κατά τέτοιο τρόπο που να έρχεται σε επαφή με το κτηριακό κέλυφος, σε κατακόρυφο τοίχο, αλλά και με την κατασκευή φρακτών πρασίνου σε κοντινή απόσταση από το κτήριο.



*Εικόνα 4.25: Φυτεμένο δώμα [49]*

Όσον αφορά το φυτεμένο δώμα (εικόνα 4.25) το οποίο αποτελεί ένα πολύπλοκο θερμικό σύστημα με σημαντικές θερμομονωτικές ιδιότητες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Το καλοκαίρι λειτουργεί σαν φράγμα για την ηλιακή ακτινοβολία που φτάνει στο δώμα καθώς από την προσπίπτουσα ακτινοβολία αντανακλάται ένα ποσοστό της τάξης του 20% με 30% ενώ το υπόλοιπο απορροφάται από το φύλλωμα. Η φύτευση στις στέγες των κτηρίων είναι μια σημαντική τεχνική που εμφανίζει αρκετά οφέλη, καθώς οι στέγες αποτελούν μεγάλους ακάλυπτους χώρους και η φύτευσή τους θα άλλαζε την όψη των αστικών κέντρων, το μικροκλίμα τους, θα πρόσφερε θερμομόνωση και θα δημιουργούσε χώρους αναψυχής (πέργολες). Παράλληλα, η μέθοδος αυτή, προσφέρει ηχομόνωση, θερμομόνωση και σε προσεκτικές κατασκευές και την προστασία από την υγρασία (εικόνα 4.26). Όλα τα ανωτέρω πλεονεκτήματα συμβάλουν και στη μείωση τη ηλεκτρικής ενέργειας, που αγγίζει το 30 % για την επίτευξη των συνθηκών άνεσης. Επιπλέον, προστατεύει τις επιφάνειες πάνω στις οποίες εφαρμόζεται από τη φθορά του χρόνου αλλά και από εξωτερικούς παράγοντες, φιλτράρει τη σκόνη και τα αιωρούμενα σωματίδια δρώντας ενάντια στην πρόκληση ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σημαντικότερη παρατήρηση ότι πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη σχεδίαση της κατασκευής και το μηχανικό φορτίο από αυτές τις κατασκευές.



Εικόνα 4.26: Τομή της διάταξης των υλικών για τη δημιουργία φυτεμένου δώματος (αριστερή εικόνα) και κατακόρυφου κήπου μαζί με το σύστημα ποτίσματος του (δεξιά εικόνα) [50],[51]

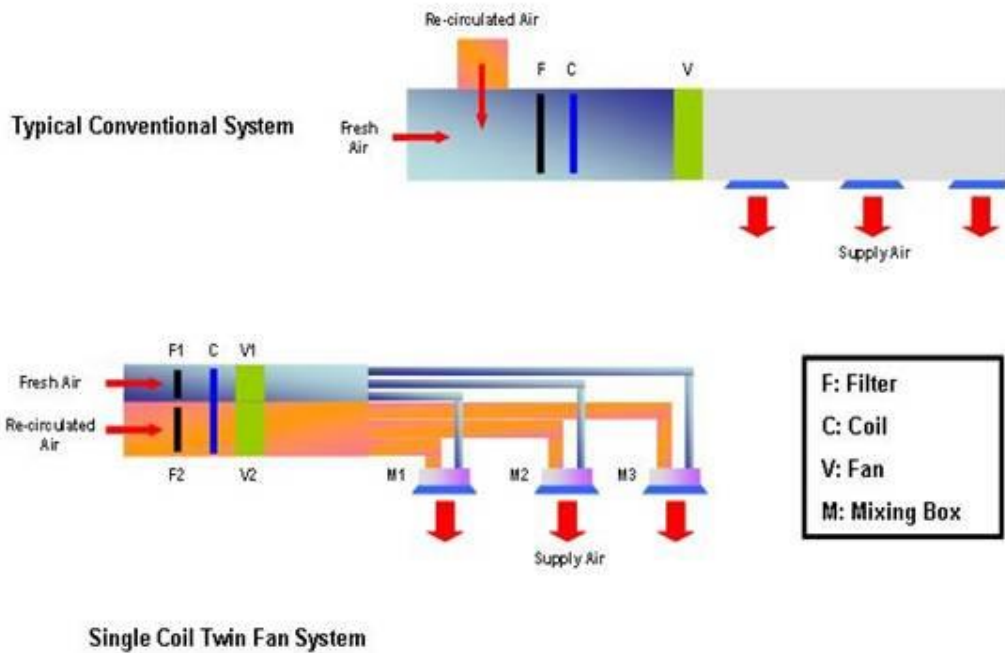
Ο κατακόρυφος κήπος απαιτεί αυτόματο σύστημα ποτίσματος ειδικής διατάξεως. Το αποτέλεσμα είναι τόσο πρακτικό όσο και διακοσμητικό. Το ειδικό υπόστρωμα, χρησιμοποιείται μόνο για τη στήριξη των ριζών, ενώ τα φυτά καλλιεργούνται υδροπονικά.

## 4.2 Ενεργητική τεχνολογία στα ZEB (Active technology on ZEB)

Η ενεργητική τεχνολογία βασίζεται στα **ενεργητικά συστήματα**, που σε αντίθεση με τα παθητικά, απαιτούν τη χρήση ηλεκτρομηχανικών μέσων για τη συλλογή, τη μεταφορά και την αποθήκευση της θερμικής ηλιακής ενέργειας [27], [28]. Στην ενεργητική τεχνολογία υπάγονται οι παρακάτω τεχνολογίες:

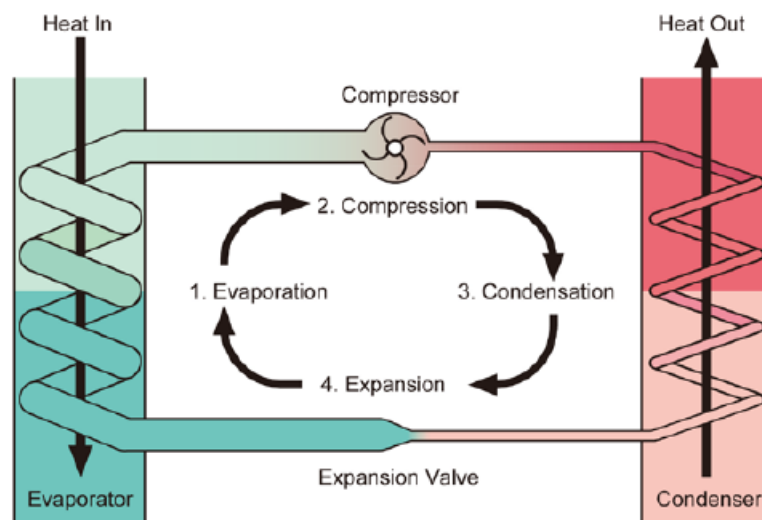
### 4.2.1 Ο μηχανικός κλιματισμός

Η βεβιασμένη κίνηση του αέρα για τον αερισμό, τον δροσισμό και τη θέρμανση των κτηρίων, απαιτεί ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις τόσο για την κυκλοφορία του μέσω των ειδικών αεραγωγών όσο και για την ρύθμιση της θερμοκρασίας του και της υγρασίας του (εικόνα 4.27). Η ρύθμιση των ανωτέρω παραμέτρων καλύπτεται με έναν και μόνον όρο, αυτόν του κλιματισμού.

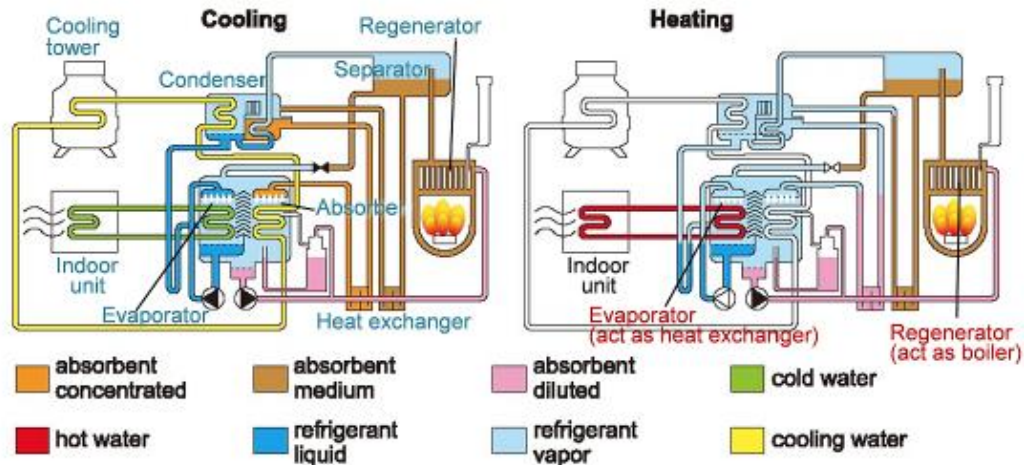


Εικόνα 4.27: Διάταξη για τον κλιματισμό των κτηρίων [64]

Οι κλιματιστικές μονάδες (αντλίες θερμότητας – heat pumps ), τοπικές ή κεντρικές, αξιοποιούν την αναστροφή του ψυκτικού κύκλου συναρτήσεως των τοπικών κλιματολογικών συνθηκών για την λειτουργία τους, τόσο κατά τη χειμερινή όσο και κατά τη θερινή περίοδο (εικόνα 4.28 και 4.29).

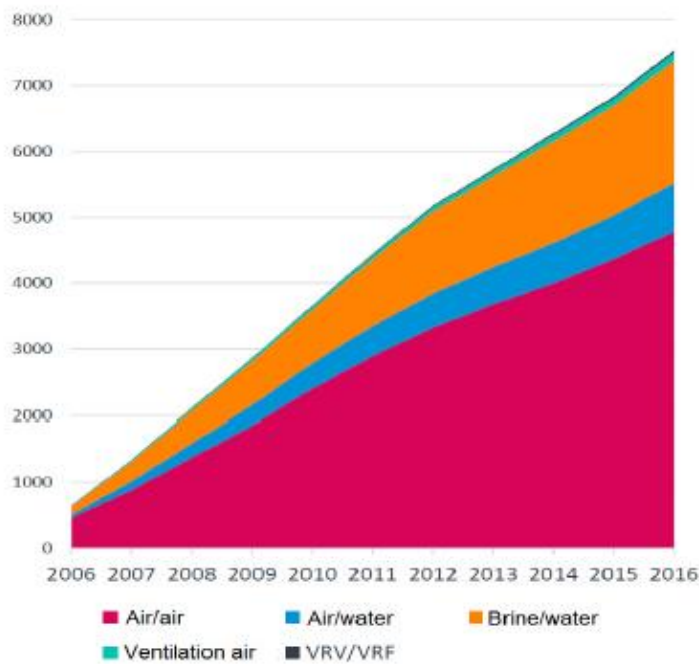


Εικόνα 4.28: Ψυκτικός κύκλος κατά τη λειτουργία της θέρμανσης και της ψύξης [24]



Εικόνα 4.29: Σχηματικό διάγραμμα αντιστροφής του ψυκτικού κύκλου κατά τη λειτουργία της ψύξης (αριστερή εικόνα) και κατά τη λειτουργία της θέρμανσης (δεξιά εικόνα) [24]

Η αξιοποίηση των αντλιών θερμότητας συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας (διάγραμμα 4.9) και χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τόσο από πλευράς αποδοχής όσο και από πλευράς αλλαγών των κλιματολογικών συνθηκών, ακόμη και σε μη αστικά κέντρα [24], [27], [28].

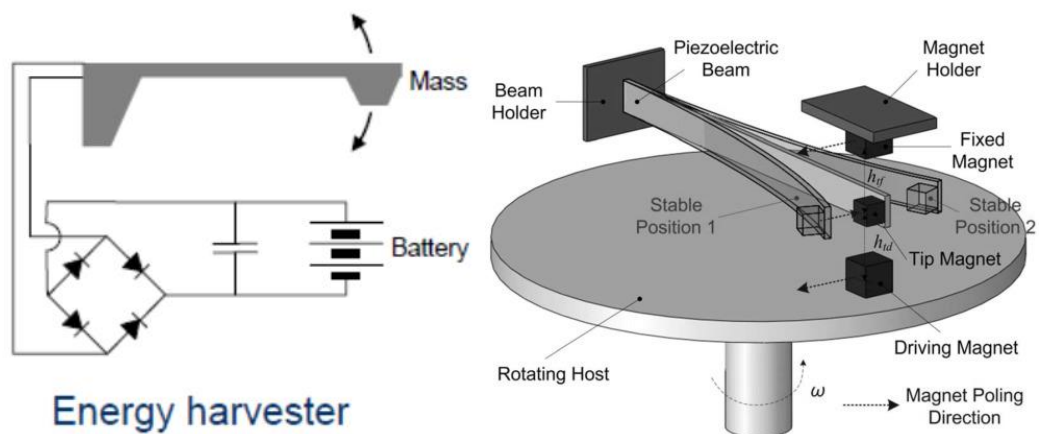


Διάγραμμα 4.9 : Εξοικονόμηση ενέργειας από αντλίες θερμότητας [GWh] για την περίοδο 2006-2016 [83]

## 4.2.2 Energy harvesting (συλλογή ενέργειας)

Στο state of the art των τεχνολογιών, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, την συλλογή και την αποθήκευση της ενέργειας (εικόνες 1.3), είναι το **energy harvesting** (συγκομιδή ενέργειας). Σε αυτή την τεχνολογία, συμβάλουν η μικροηλεκτρονική και η νανοτεχνολογία με τα **Micro Electro Mechanical Systems (MEMS)** και τα **Nano Electro Mechanical Systems (NEMS)**.

Ο διακαής πόθος της υλοποίησης του στόχου για το <καθαρό μηδέν>, όσον αφορά το ισοζύγιο της ενέργειας, ο οποίος είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με τα **ZEB** και απαιτεί πάντα την αξιοποίηση του state of the art της τεχνολογίας [22].



Εικόνα 4.30: Χρήση υψηλής τεχνολογίας που σε συνδυασμό με σύγχρονους τρόπους αποθήκευσης ενέργειας συμβάλλουν θετικά στην προστασία του περιβάλλοντος [5],[6]

### 4.2.2.1 Αξιοποίηση τεχνολογιών και διατάξεων στο Energy Harvesting

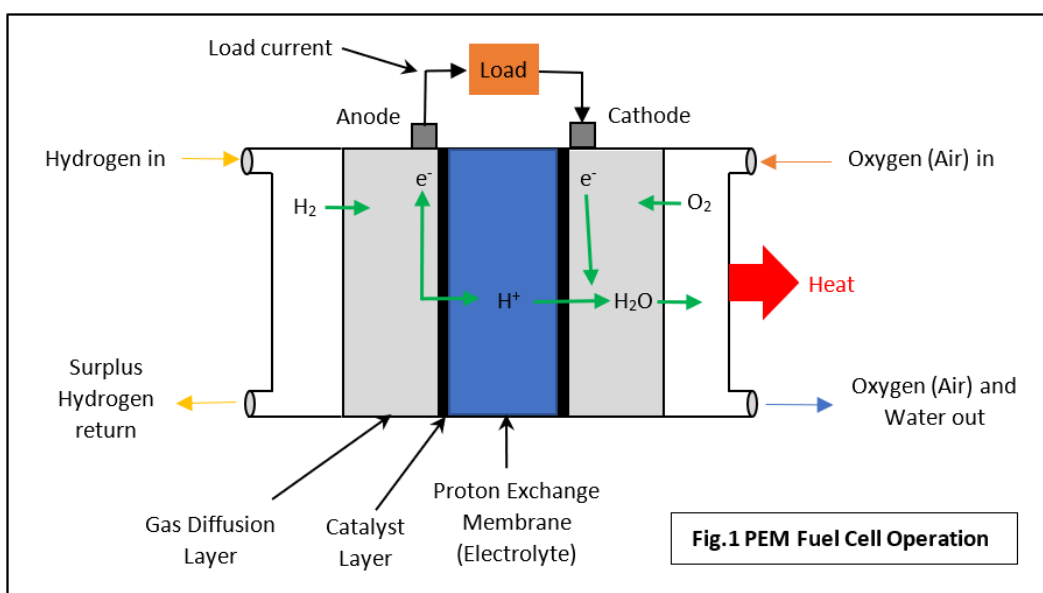
Η συγκομιδή ή η απομάκρυνση της μηχανικής ενέργειας από το περιβάλλον ή από τον περιβάλλοντα μικροχώρο της κάθε εφαρμογής, αποτελεί μια δυναμική στρατηγική για την ανάπτυξη αυτόνομων σημείων αισθητήρων και ηλεκτρονικών συσκευών. Οι μηχανισμοί ( αρχή λειτουργίας και διατάξεις) για energy harvesting, είναι:

- πιεζοηλεκτρική ενέργεια
- ηλεκτρομαγνητική ενέργεια
- ηλεκτροστατική ενέργεια
- τριβηλεκτρικής ενέργειας (νανογεννήτρια)
- διαχωρισμού επαφών
- βιομηχανισμοί
- αιολικής ενέργειας
- ύδατος
- ασύρματη συλλογή [22]

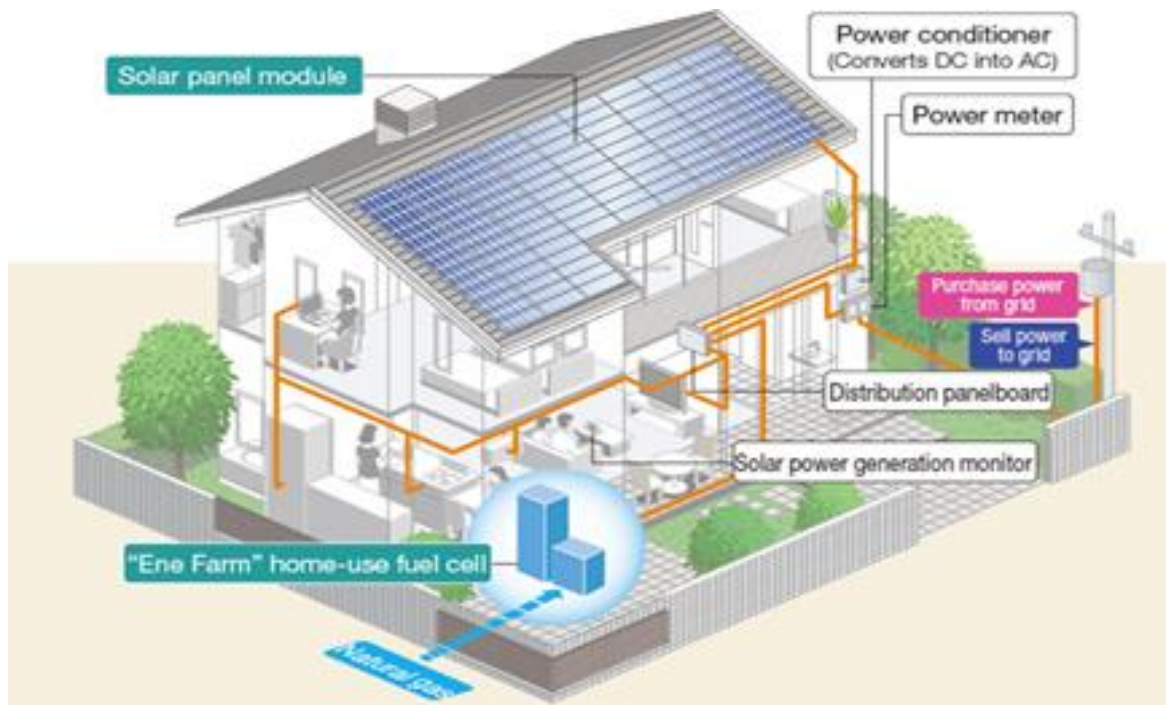
#### 4.2.3 Κυψέλες καυσίμου – Fuel cells

Για την λειτουργία των κυψελών καυσίμου (εικόνα 4.31) είναι απαραίτητη η παρουσία, κατά συνέπεια και η αποθήκευσή του (εικόνες 4.32 και 4.33), Υδρογόνου και γενικότερα του είδους του καυσίμου λειτουργίας τους.

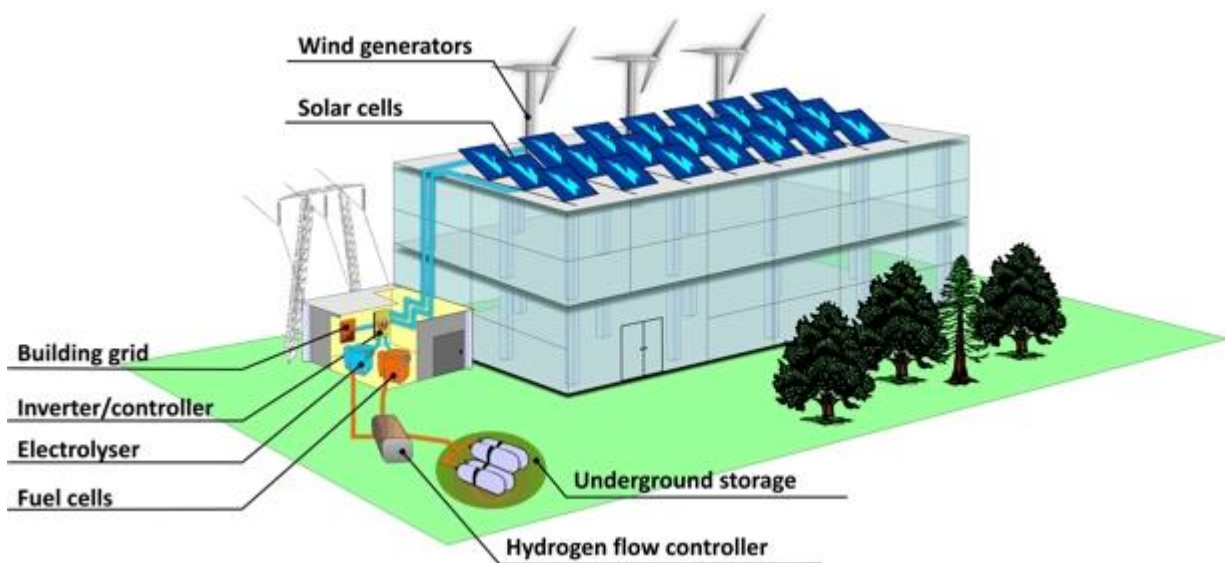
Οι κυψέλες καυσίμου είναι συσκευές οι οποίες μέσω ηλεκτροχημικών αντιδράσεων μετατρέπουν απευθείας την εσωτερική ενέργεια ενός καυσίμου σε ηλεκτρική χωρίς να απαιτείται καύση ούτε κίνηση κάποιων μηχανικών μερών. Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να χαρακτηριστούν σαν κέντρα ενός συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί το υδρογόνο ως καύσιμο. Είναι αυτές οι οποίες αναλαμβάνουν τη μετατροπή του καυσίμου σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Οι κυψέλες καυσίμου τροφοδοτούνται εξωτερικά από καύσιμο, συνήθως αέριο υδρογόνο, παράγοντας έτσι ενέργεια όσο διαρκεί η τροφοδοσία του καυσίμου και έτσι δεν χρειάζονται ποτέ ηλεκτρική επαναφόρτιση [24].



Εικόνα 4.31: Αρχή λειτουργίας κυψέλης καυσίμου [68]



Εικόνα 4.32: Αποθήκευση του υδρογόνου στον περιβάλλοντα χώρο κατοικίας [69]

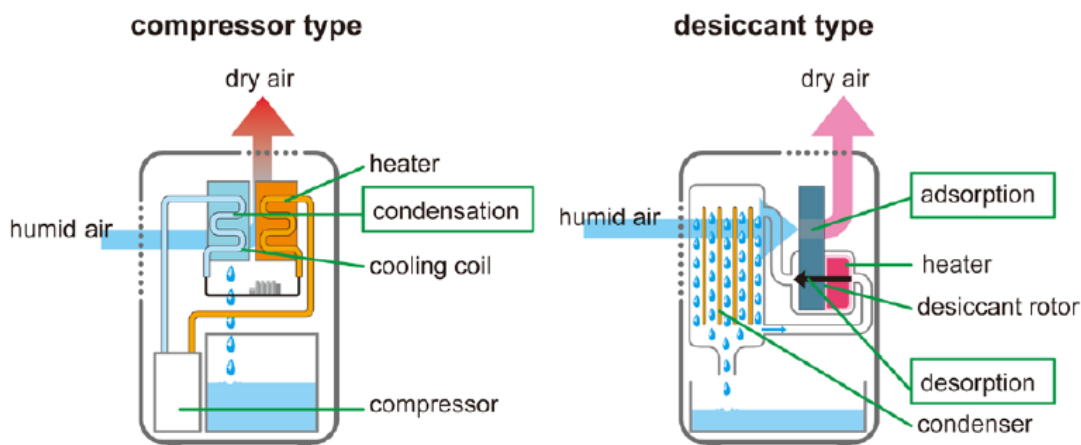


Εικόνα 4.33: Αποθήκευση του υδρογόνου στον περιβάλλοντα χώρο βιομηχανικών κτηρίων [70]



#### 4.2.4 Αφυγραντήρες

Η υγρασία είναι η παρουσία του νερού στον αέρα υπό τη μορφή υδρατμών και αποτελεί αναπόφευκτο συστατικό του, όταν κυμαίνεται από 40% έως 50% βρίσκεται στα κανονικά επίπεδα για τη λειτουργία του οργανισμού και κατά συνέπεια των επιπέδων άνεσης.



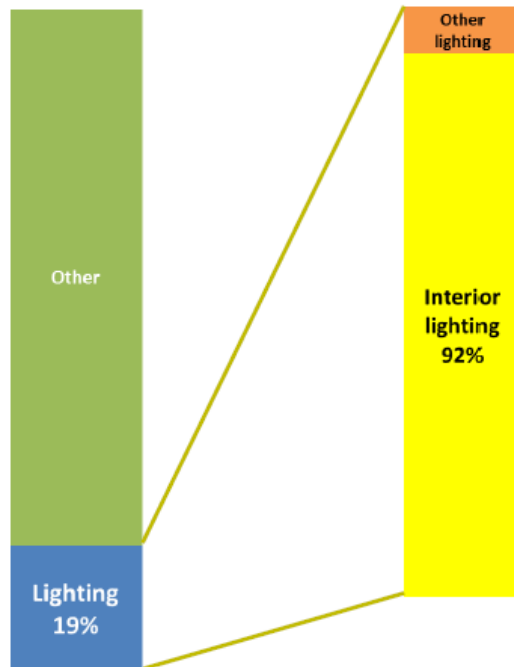
Εικόνα 4.34: Σχηματικά διαγράμματα λειτουργίας των αφυγραντήρων, τύπου συμπίεσης (αριστερά) και τύπου συμπίκνωσης (δεξιά) [24]

Ο αφυγραντήρας είναι μια συσκευή με ψυκτικό κύκλωμα αντίστοιχο των κλιματιστικών μονάδων, με τη διαφορά ότι έχει αποκλειστική λειτουργία τη ρύθμιση της υγρασίας στα επιθυμητά για τον άνθρωπο ή τον χώρο (αντικείμενα, προϊόντα) επίπεδα. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται σε δύο τύπους, συμπίεσης (με τη χρήση συμπιεστή) και συμπίκνωσης (χωρίς συμπιεστή) (εικόνα 4.34) [24].

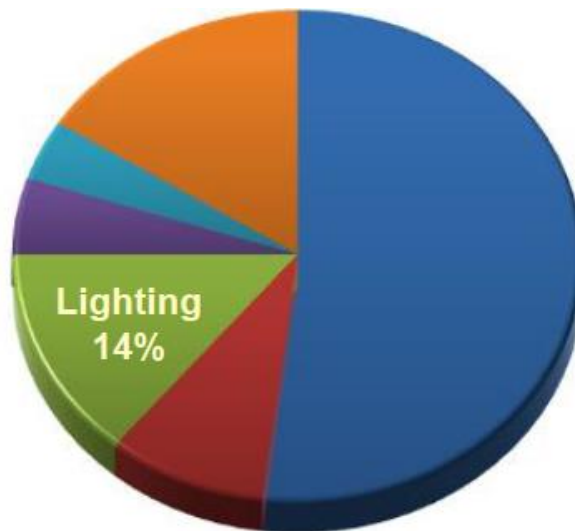
#### 4.2.5 Ενέργεια για την υποστήριξη της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού

Σε οποιαδήποτε περίπτωση μας ενδιαφέρει η εξοικονόμηση ενέργειας, μας απασχολεί και η περίπτωση του τεχνητού φωτισμού συναρτήσει του φυσικού φωτισμού. Όπως έχει προαναφερθεί η συμβολή του φυσικού φωτισμού είναι εξαιρετικά σημαντική τόσο από πλευράς της λειτουργικής ισορροπίας του ανθρώπινου οργανισμού όσο και από πλευράς μείωσης των απαιτούμενων ενεργειακών ποσοστών.

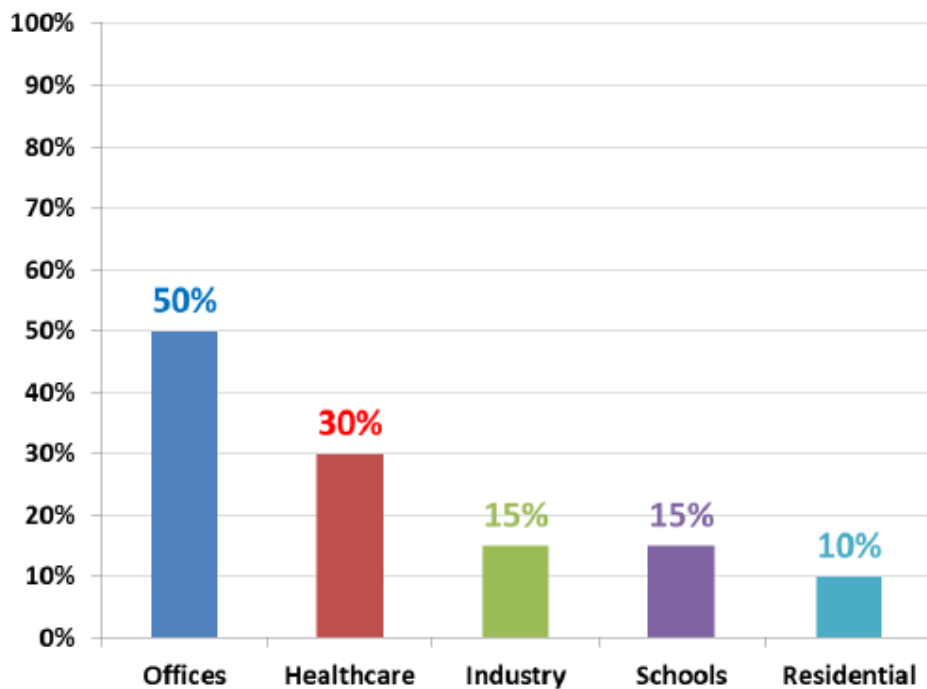
Συνεπώς, απαραίτητη προϋπόθεση για τη μείωση των ενεργειακών αναγκών είναι να χρησιμοποιούνται συστήματα τεχνητού φωτισμού με εξαιρετικά μεγάλη φωτιστική απόδοση σε  $\text{lm/W}$ . Σύμφωνα με την προηγούμενη απαίτηση χρησιμοποιούμε σύγχρονους τύπους λαμπτήρων (βάσει της τεχνολογίας παραγωγής του φωτός) όπως **Light Emitting Diode (LED)**, **Organic Light Emitting Diode (OLED)** και **Polymer Light Emitting Diode (PLED)** [24], [27], [28].



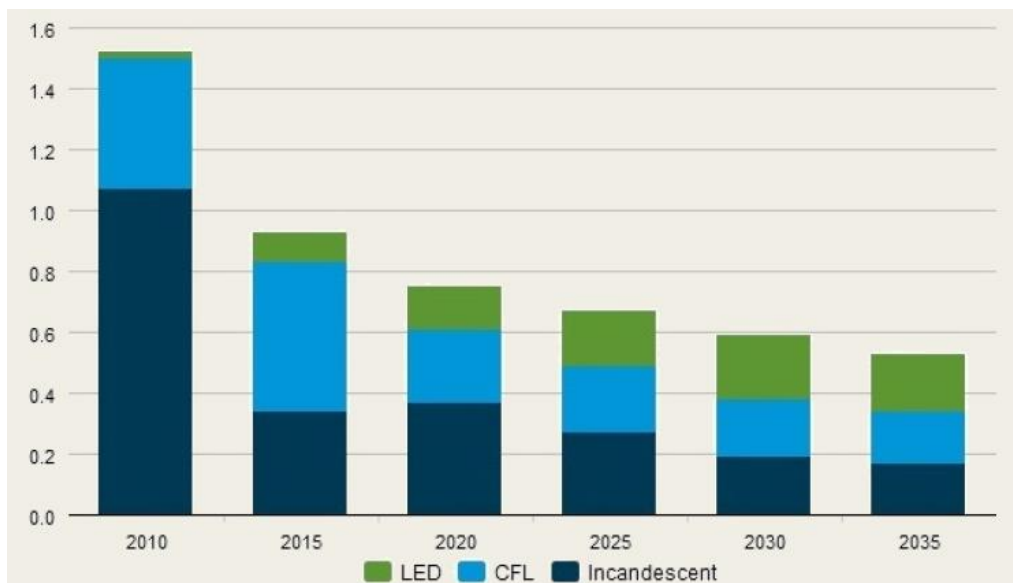
Διάγραμμα 4.8: Ποσοστό της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας για το φωτισμό και κατανομή του ποσοστού αυτού για την υποστήριξη του εσωτερικού ή άλλου είδους φωτισμό κατά το έτος 2005 [85]



Διάγραμμα 4.9: Ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες του φωτισμού στα εμπορικά κτήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης [85]



Διάγραμμα 4.10: Εκατοστιαία αναλογία της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό στην Ευρώπη συναρτήσει του τύπου λειτουργίας του κτηρίου [85]



Διάγραμμα 4.11: Προτίμηση στην χρήση νέων τύπων λαμπτήρων για τον οικιακό τομέα συναρτήσει του χρόνου και της λογικής για την προστασίας του περιβάλλοντος ( $10^9$  τεμάχια) [89]

Όπως παρατηρούμε από τα διαγράμματα 4.8 έως και 4.11, αποδεικνύεται ότι ο φωτισμός είναι ένας τομέας που πρέπει να τυγχάνει ιδιαίτερης προσοχής και ότι είναι ένας τομέας που συμβάλει με σημαντικό ποσοστό στα ενεργειακά θέματα, στην προστασία του περιβάλλοντος, στην αναβάθμιση των οικονομικών του κάθε νοικοκυριού καθώς επίσης και των επαγγελματικών κτηρίων.

#### 4.2.6 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

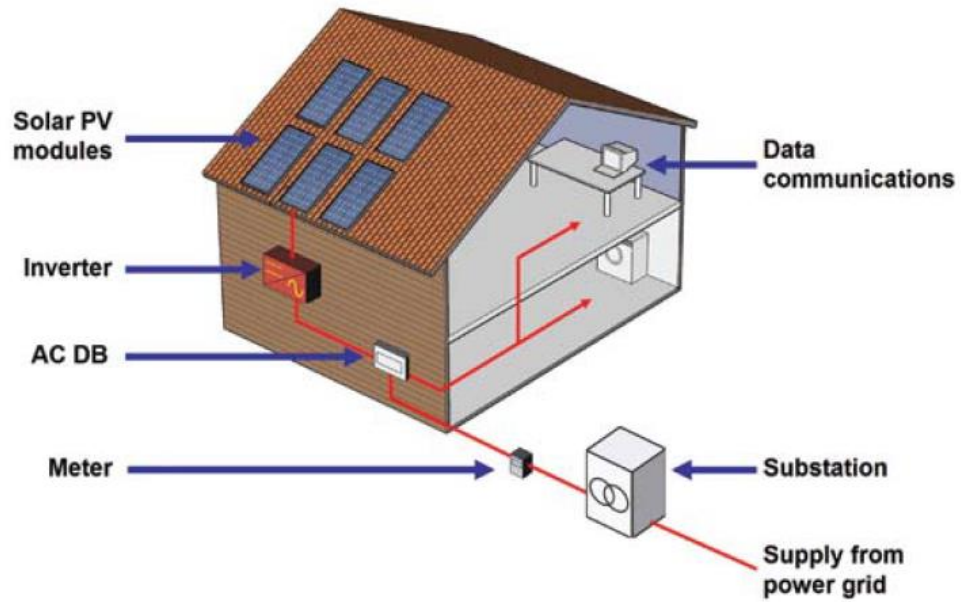
Η αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων μετέχει με εξαιρετικά ποσοστά στην προστασία του πλανήτη καθώς επίσης και στην ενεργειακή υποστήριξη των **ZEB**, **nZEB**. Έχουν την δυνατότητα να ενσωματώνονται ή να τοποθετούνται επί των κτηριακών εγκαταστάσεων, δίχως να αλλοιώνουν την αρχιτεκτονική του κτηρίου και να μας παρέχουν την πολύτιμη ηλεκτρική ενέργεια για την περίπτωση των **off grid ZEB**, **nZEB** ιδιαίτερα για την περίπτωση που υπάρχει άπνοια. Υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτοβολταϊκών στοιχείων ακόμη και διάφανα, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα για την αξιοποίησή τους σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό. Φυσικά, πρέπει να συνεργάζονται με διατάξεις αποθήκευσης της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για την περίοδο που δεν μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια, πχ κατά τη διάρκεια της νύκτας και όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια.



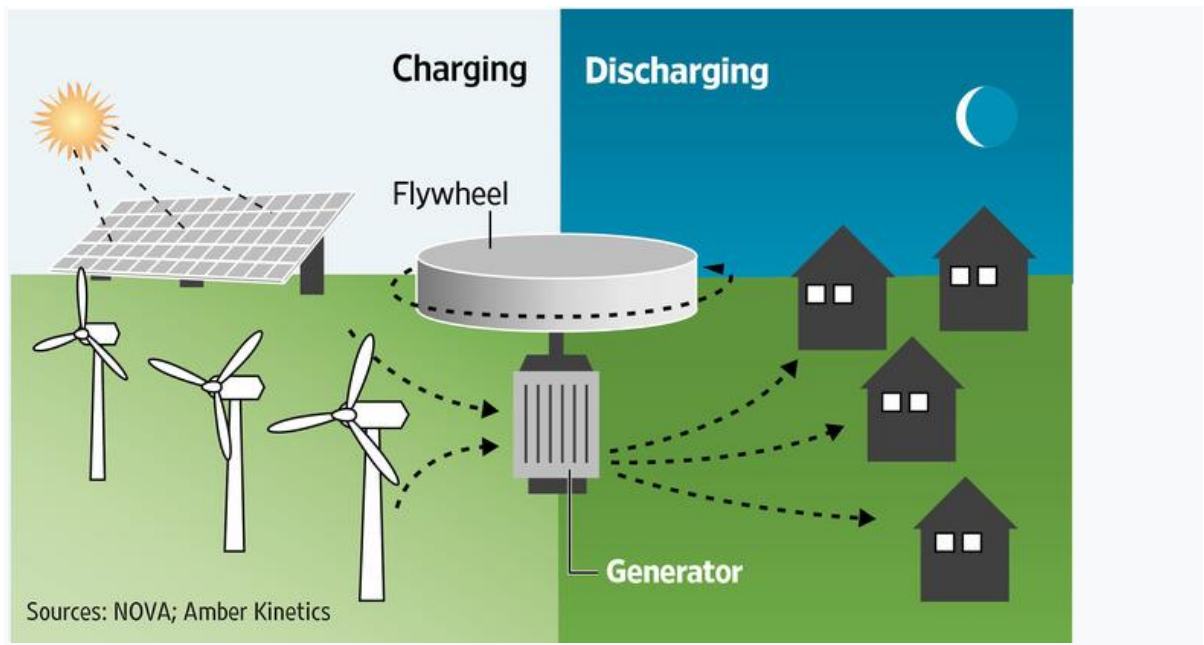
Figure 4. Categorization of PV installation method: integrated type [33].



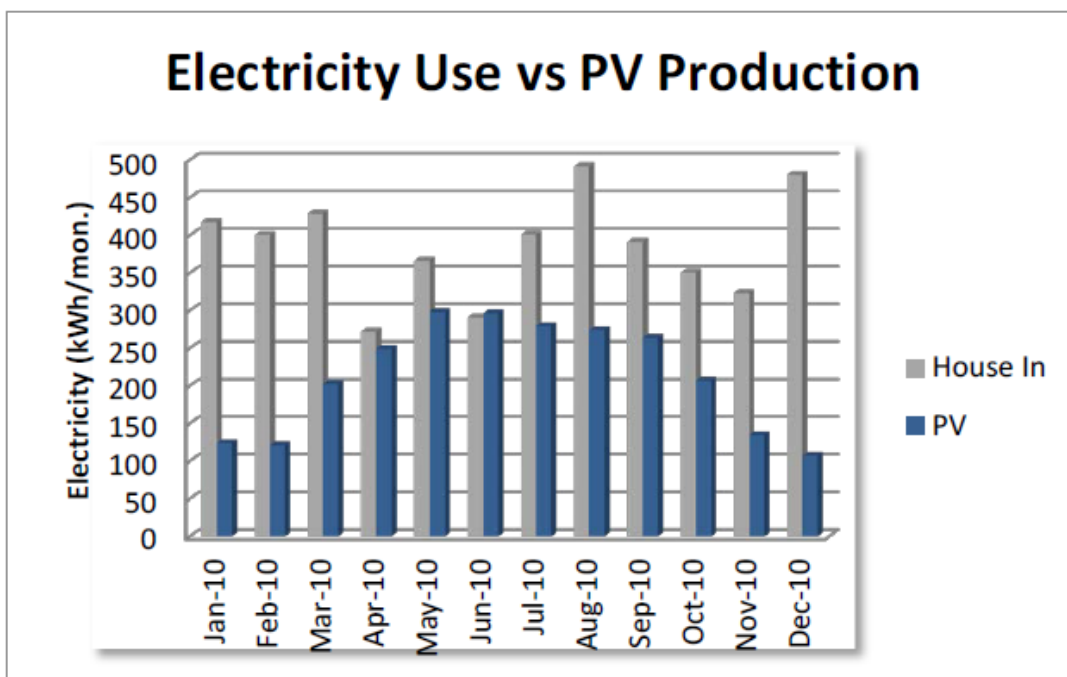
Εικόνα 4.35: Δυνατότητες τοποθέτησης φωτοβολταϊκών επί των κτηρίων [41]



Εικόνα 4.36: Λειτουργικό διάγραμμα φωτοβολταϊκής εγκατάστασης για on – grid ZEB [37]



Εικόνα 4.37: Διατάξεις για την παραγωγή και την αποθήκευση της ηλεκτρικής από ΑΠΕ και την διάθεσή της κατά τις νυκτερινές ώρες [73]



Διάγραμμα 4.12: Ποσοστό της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας που εξυπηρετείται από τα φωτοβολταϊκά στοιχεία συναρτήσει των μηνών του ημερολογιακού έτους. Είναι εμφανής η διαφορά της αύξησης του ποσοστού τους συναρτήσει της ηλιοφάνειας [39]

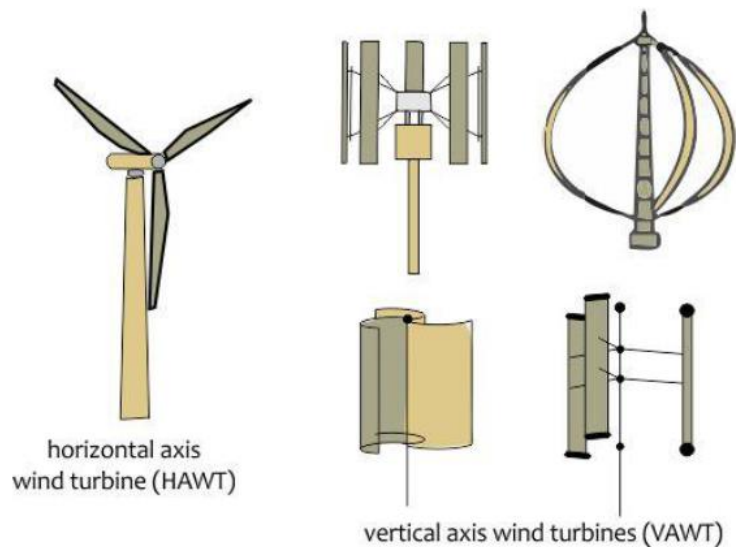
#### 4.2.7 Αιολική ενέργεια

Ο άνεμος είναι μια πηγή ενέργειας η οποία προέρχεται από την άνιση θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο. Η αιολική ενέργεια είναι έμμεση μορφή της ηλιακής ενέργειας και περίπου 1-2% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της γης μετατρέπεται σε άνεμο [93].

Εκτός από τις μεγάλου μεγέθους και μεγάλης ισχύος ανεμογεννήτριες υπάρχουν και μικρές διατάξεις αυτών για την τοποθέτηση τους επί των κτηρίων ή στον περιβάλλοντα χώρο του.

Η τοποθέτησή τους στα κτήρια ή στον περιβάλλοντα χώρο τους δεν είναι τόσο εύκολη υπόθεση όπως η αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών διατάξεων, διότι εκτός από την δυσκολότερη, τις περισσότερες φορές τοποθέτησής τους, πρέπει να αντιμετωπιστεί και ο θόρυβος που παράγεται κατά τη λειτουργίας τους, τόσο με την μεταφορά του δια μέσου του αέρα όσο και δια μέσου των δομικών στοιχείων και του οπλισμού των κτηρίων, ανάλογα με το σημείο της τοποθέτησής τους.

Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 4.38 χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με τη τοποθέτηση του άξονα της περιστροφής τους, οριζόντιο ή κατακόρυφο.

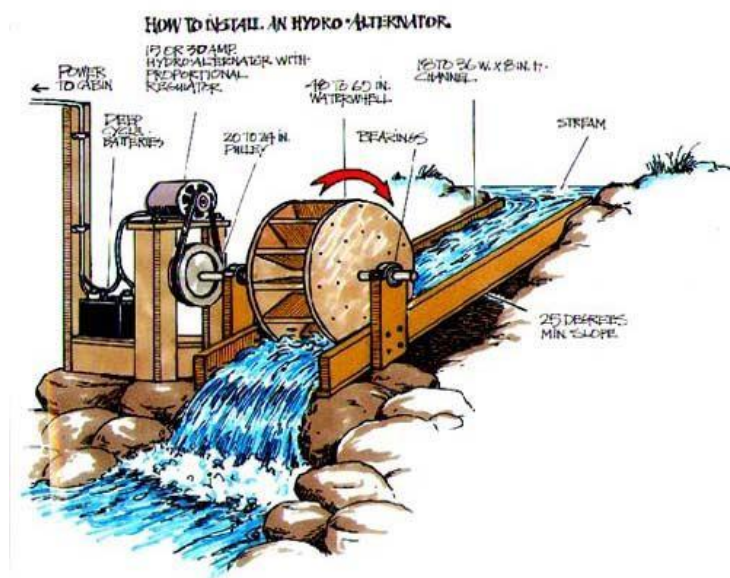


Εικόνα 4.38: Διάφοροι τύποι ανεμογεννητριών και ο γενικός διαχωρισμός τους με βάση τη διάταξη του άξονα της περιστροφής τους [90]

#### 4.2.8 Τα μικρά υδροηλεκτρικά στην ευρύτερη περιοχή

Η αξιοποίηση των μικρών υδροηλεκτρικών έργων απαιτεί την ύπαρξη μικρών τοπικών ποταμών στην ευρύτερη περιοχή του κτηρίου ή του οικισμού (εικόνα 4.39).

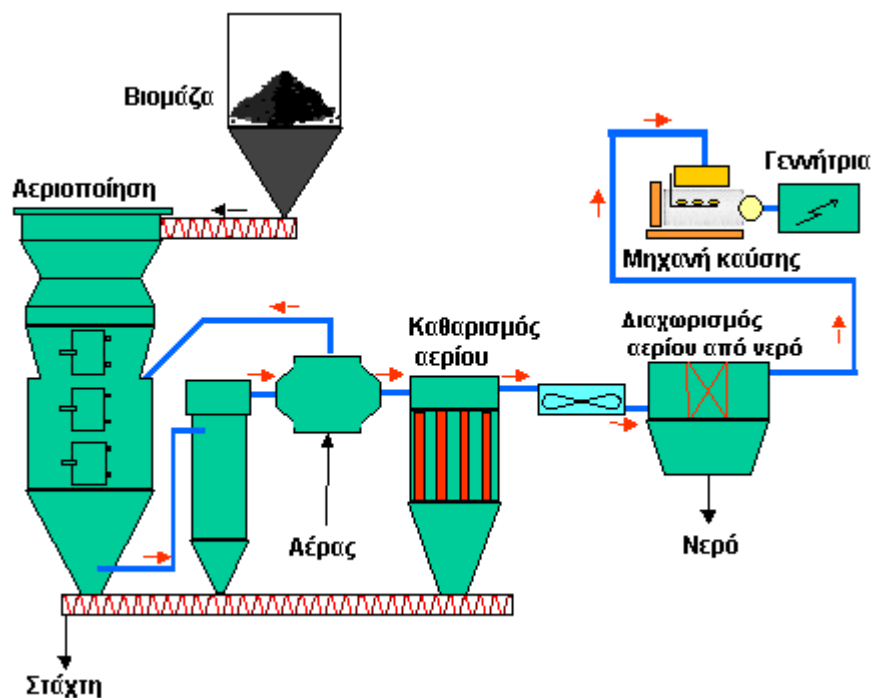
Πρόκειται για συστήματα παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας που δεν έχει ιδιαίτερες επιπτώσεις στο περιβάλλον, σε κάθε περίπτωση οι ΥΗΣ δεν παράγουν καυσαέρια κατά τη λειτουργία τους.



Εικόνα 4.39: Αρχή λειτουργίας υδροηλεκτρικού σταθμού [74]

#### 4.2.9 Βιομάζα

Είναι τα προϊόντα και τα κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής και δασικής παραγωγής, τα παραπροϊόντα που προέρχονται από τη βιομηχανική επεξεργασία αυτών, τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια (εικόνα 4.40) [93].



Εικόνα 4.40: Λειτουργικό διάγραμμα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα [75]

#### 4.2.10 Γεωθερμία

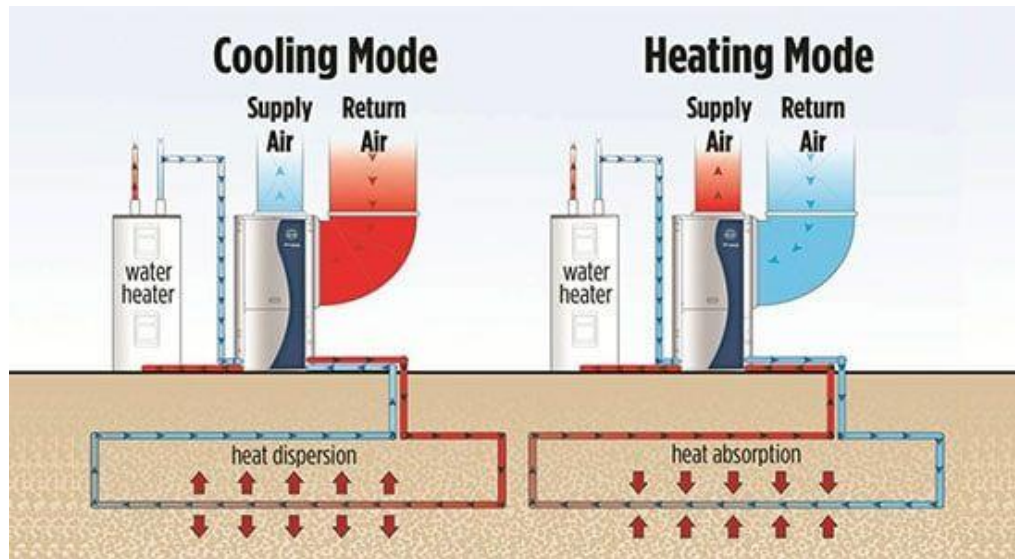
Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της Γης. Μεταφέρεται στην επιφάνεια της Γης με αγωγή της θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της Γης τηγμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό της κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και τις γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες [α].

Κατά την αξιοποίηση της γεωθερμίας γίνεται αντιστροφή του κύκλου κατά τη διάρκεια των εποχών και ιδιαίτερα μεταξύ της χειμερινής και της θερινής περιόδου έτσι ώστε οι διατάξεις αυτές να υποστηρίζουν την ψύξη και την θέρμανση των κτηρίων (εικόνα 4.41).

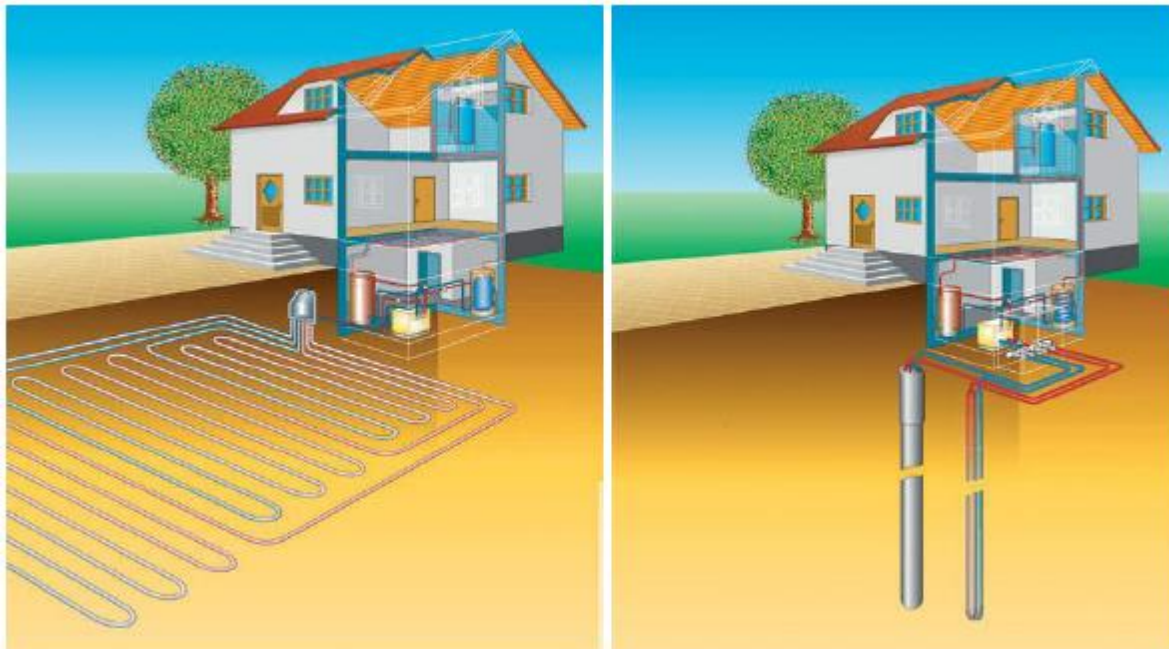
Ανάλογα με τα δεδομένα χρησιμοποιείται η οριζόντια ή η κάθετη διάταξη των σωληνώσεων (εικόνα 4.42).



Κατά κάποιο τρόπο τη γεωθερμία την αξιοποιούσαν στις κατοικίες των χωριών, όπου για παράδειγμα το κάτω μέρος του σπιτιού που ήταν δροσερό, φιλοξενούσε το κελάρι και είχε την έννοια του σημερινού ψυγείου.



Εικόνα 4.41: Λειτουργία των διατάξεων γεωθερμίας για την ψύξη και την θέρμανση των κτηρίων [76]

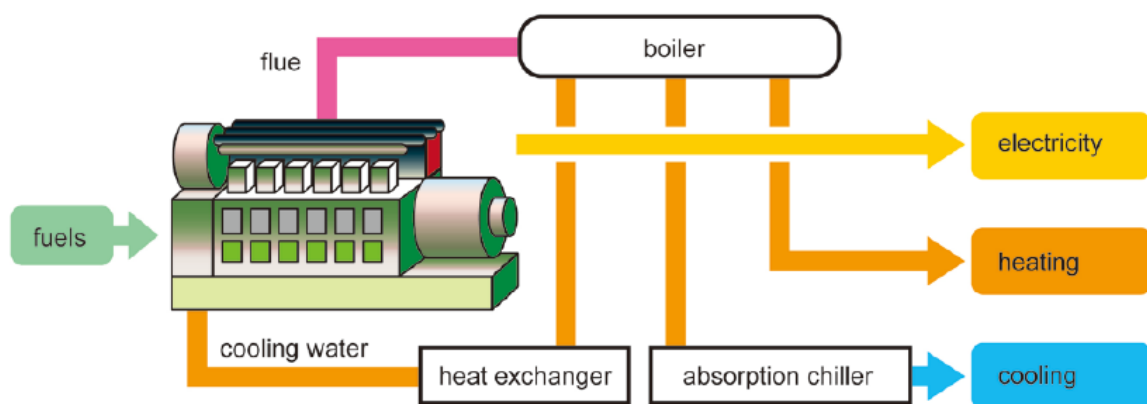


Εικόνα 4.41: Οριζόντια και κατακόρυφη διάταξη αξιοποίησης της γεωθερμίας [90]

#### 4.2.11 Συμπαράγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας & Θερμότητας

Κατά τη παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας, ειδικά από τους ΑΗΣ μπορεί να αξιοποιηθεί η παραγόμενη, από τις απώλειες θερμότητα με την μεταφορά της στο σύστημα ψύξεως των διατάξεων και ιδιαίτερα της γεννήτριας για την τηλεθέρμανση (εικόνα 4.42).

Η Σουηδία, ως γνωστόν, εισάγει από άλλα Κράτη απορρίματα τα οποία με την καύση τους στηρίζουν άμεσα τη λειτουργία των τοπικών ΑΗΣ και έμμεσα υποστηρίζουν τη θέρμανση των τοπικών κοινοτήτων.



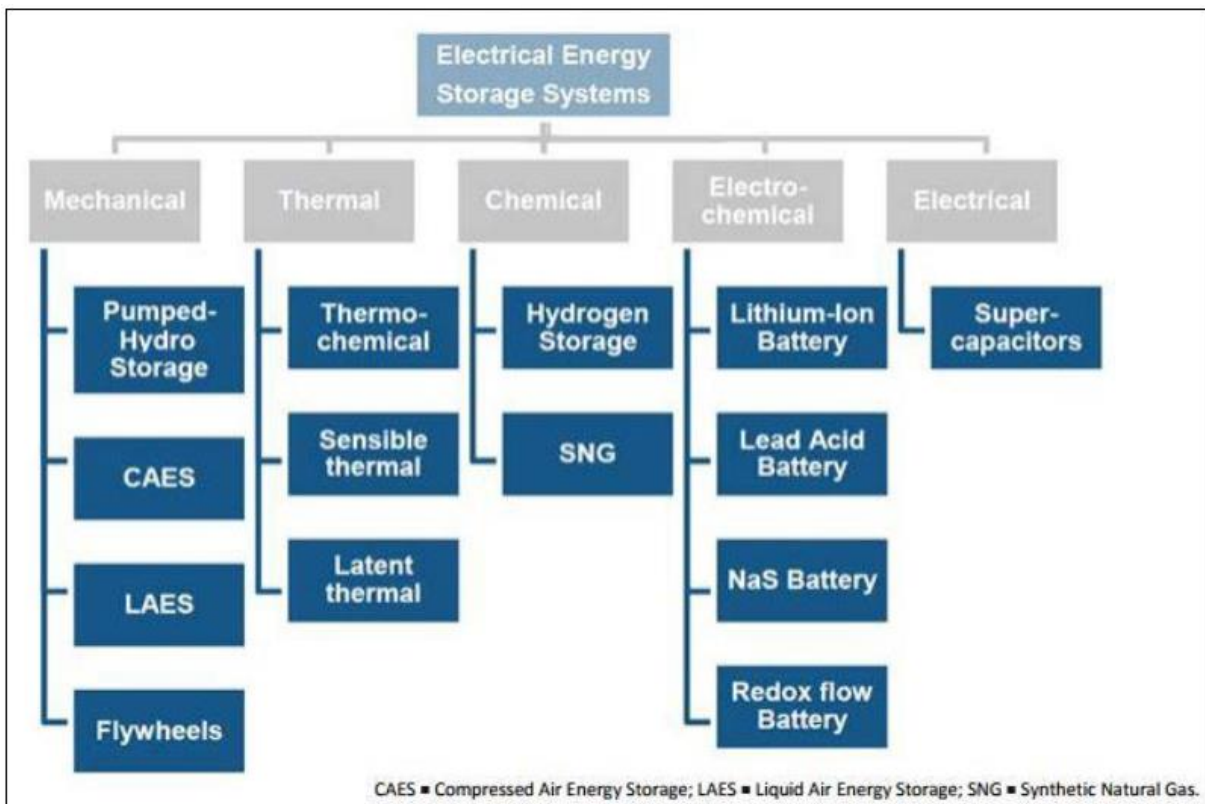
Εικόνα 4.42: Λειτουργικό διάγραμμα για την συμπαράγωγή ηλεκτρικής και ενέργειας, θέρμανση και ψύξης [24]

#### 4.2.12 Τεχνολογίες Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Όπως προαναφέρθηκε, ειδικότερα στα off – grid **ZEB**, **nZEB**, είναι απαραίτητη η ύπαρξη διατάξεων της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί με τη χρήση διαφόρων ειδών τεχνολογιών (εικόνα 4.43) που η κάθε μια υπάγεται στις 5 παρακάτω κατηγορίες με βάση την ενέργεια αποθήκευσης, έτσι έχουμε:

- την μηχανική
- την θερμική
- την χημική
- την ηλεκτροχημική
- την ηλεκτρική

Συνήθως, πρόκειται για εξαιρετικά δαπανηρές διατάξεις, οι οποίες όπως γνωρίζουμε αυξάνουν τραγικά και το κόστος των ηλεκτρικών και των υβριδικών αυτοκινήτων [86].



Εικόνα 4.43: Τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας [86]

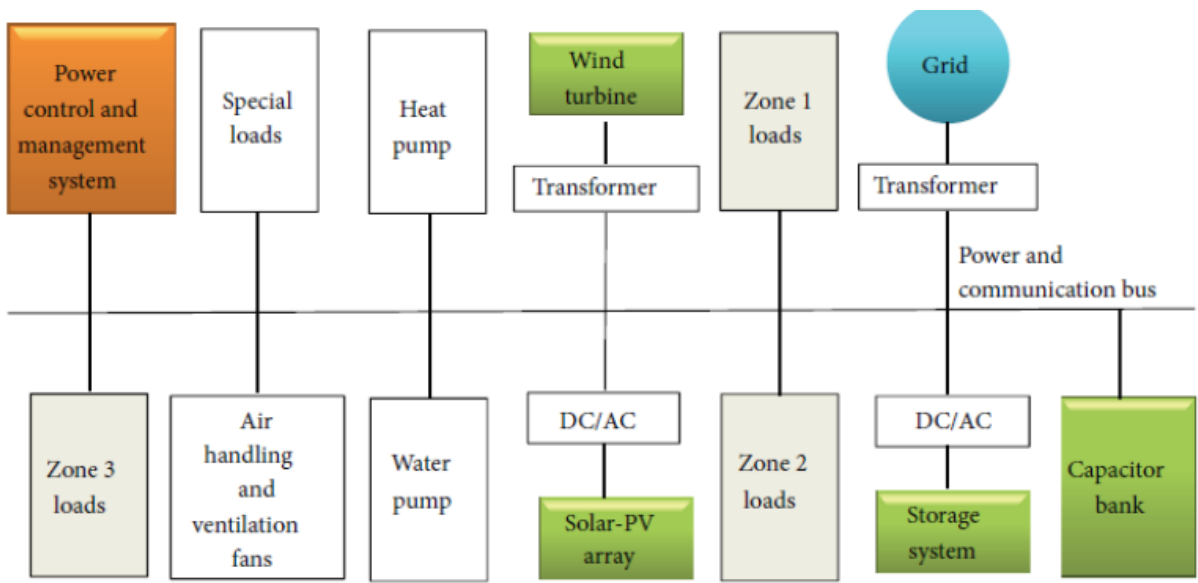
### 4.3 Υβριδική τεχνολογία

Από τη μίξη της παθητικής και της ενεργητικής τεχνολογίας δημιουργείται η υβριδική τεχνολογία και είναι συστήματα τα οποία συνδυάζουν τη φυσική και τη μηχανική θερμική ροή [27], [28].

### 4.4 Διαχείριση ενέργειας κτηρίων (Buildings Energy Management)

Η εποπτεία και διαχείριση της ενέργειας σχετικά με την παραγωγή, την απορρόφηση, τη διάθεση, την αποθήκευση και την υποστήριξη των ενεργειακών αναγκών ενός **ZEB**, **nZEB** καθώς επίσης και της βέλτιστης ενεργειακής χρήσης του κτηρίου, συναρτήσε της ανθρώπινης παρουσίας και των περιβαλλοντικών συνθηκών, επιτυγχάνεται με τα συστήματα διαχείρισης των κτηρίων (εικόνα 4.44) τα οποία συνεχώς τροποποιούν την υποστήριξη του κτηρίου τόσο για την οικονομική λειτουργία του όσο και για την άνεση των ανθρώπων εντός ή εκτός αυτών.

Για παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τη διατήρηση της επιθυμητής έντασης του φωτισμού ενός χώρου του κτηρίου, αξιοποιώντας τον φυσικό και μεταβάλλοντας τη φωτεινή ροή των λαμπτήρων συναρτήσε της συμβολής του ορατού φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 4.44: Έξυπνο μικροδίκτυο (smart micro grid) ενός nZEB [35]

**5**

## 5 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα και προβληματισμοί σχετικά με τα ZEB, nZEB

### 5.1 Πλεονεκτήματα των ZEB, nZEB

- Αξιοποίηση του εξειδικευμένου επιστημονικού προσωπικού στην εφαρμογή σύγχρονης τεχνολογίας.
- Η κατασκευή των **ZEB** συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος λόγω των μειωμένων ρύπων (CO<sub>2</sub>).
- Το οικονομικό κόστος για τη δημιουργία των **ZEB** καθώς και για την ενεργειακή αναβάθμιση των υφιστάμενων κτηριακών δομών, είναι οικονομικά και περιβαλλοντικά συμφερότερο από την κατασκευή και την λειτουργία νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ένα κτήριο **ZEB** ή **nZEB**, Είναι οικονομικότερο στη λειτουργία του, για να επιτυγχάνονται οι συνθήκες άνεσης για τους ανθρώπους και οι κατάλληλες συνθήκες για τον εξοπλισμό, εκθέματα και κατά συνέπεια το αυξημένο κόστος μελέτης και κατασκευής θα αποσβεστεί γρηγορότερα έναντι μιας συμβατικής κατασκευής [18].
- Λόγω της υποχρεωτικής χρήσης των **ΑΠΕ** τα κτήρια αυτά συμβάλλουν στην ενεργειακή ανεξάρτηση της κάθε Χώρας και της μείωσης των αναγκών για συμβατικά καύσιμα [18].
- Λόγω της αξιοποίησης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, βελτιώνονται οι συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων [18].
- Λόγω των θετικών αποτελεσμάτων, παροτρύνεται η Επιστημονική Κοινότητα στη συνέχιση της έρευνας πάνω σε νέα υλικά και στην εφαρμογή αυτών.
- Οι σύγχρονες αυτές υποδομές, είναι ευκολότερο να υποστηρίξουν τις αλλαγές της καθημερινότητας μας, πχ χώρους στάθμευσης που αξιοποιούν **ΑΠΕ** για να φορτίζουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα [20].
- Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι περισσότερο συμβατή με το περιβάλλον.
- Λόγω της ενεργειακής διαχείρισης του κτηρίου από τα smart micro grid μπορεί να αυτοματοποιηθεί η υποστήριξη και η λειτουργία των κτηρίων αυτών.
- Τα **ZEB** θα αποτελέσουν ένα νέο χρονολογικό κατώφλι για μεγάλες αλλαγές στο χώρο των κατασκευών.
- Το σημαντικότερο όλων, ότι θα δοθεί παράταση στη διάρκεια ζωής του Πλανήτη Γη.

## 5.2 Μειονεκτήματα των ZEB, nZEB

Μειονεκτήματα αναφορικά με αυτή την τεχνολογία των κτηριακών κατασκευών, είναι λίγο δύσκολο να εντοπιστούν. Θα πρέπει να δει κανείς μεμονωμένα το κάθε σημείο που θέλει να εστιάσει για να βρει αναφερθεί σε κάποια μειονεκτήματα. Η λογική όμως ενός έργου, από την ιδέα μέχρι και την υλοποίησή του είναι ένα πολυσύνθετο οικονομοτεχνικό πρόβλημα το οποίο αντιμετωπίζεται στο σύνολό του και όχι τμηματικά.

Θα μπορούσε κανείς να αναφερθεί σε ένα μεγάλο κόστος κατασκευής, το οποίο αυξάνει σημαντικά όταν μιλάμε για off grid καταστάσεις, λόγω των απαιτήσεων για το κόστος της αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Θα πρέπει όμως και αυτό μακροχρόνια να εξεταστεί τόσο από το μηδενικό κόστος ως προς έναν πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας όσο και το ότι οι διατάξεις παραγωγής και αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν έναν χρονικό κύκλο λειτουργίας.

Ένα άλλο μειονέκτημα που θα μπορούσε να ειπωθεί, είναι το γεγονός ότι για να αξιοποιούν στο μέγιστο βαθμό τα περιβαλλοντικά οφέλη, συνήθως, η κτηριακή τους δομή ξεφεύγει στην όψη από τις υπάρχουσες δομές που έχουμε συνηθίσει.

Κάποια σημεία τα οποία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως μειονεκτήματα, είναι τα παρακάτω:

- Η έλλειψη εκπαιδευμένων σχεδιαστών Μηχανικών και κατασκευαστών
- Η έλλειψη ενημέρωσης σχετικά με το κατά πόσο ένας ιδιοκτήτης μπορεί να εκμεταλλευτεί τις τοπικές κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες και **ΑΠΕ** για την υλοποίηση ενός **ZEB**
- Η θεσμοθέτηση ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου καταναλισκόμενης ενέργειας
- Προσπάθειες για την μέτρηση και την αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής, ώστε να επιβεβαιώνεται ή μη ο αρχικός στόχος.
- Οικονομικά και νομικά κίνητρα για την υλοποίηση ενός **ZEB**
- Ενημέρωση του κοινού σχετικά με τα περιβαλλοντικά και τα οικονομικά οφέλη που προσφέρει η τεχνολογία των **ZEB** [21].
- Η πέραν της λογικής εγκατεστημένη ισχύ των διατάξεων λόγω της έλλειψης γνώσεων [19].
- Τα ήδη υφιστάμενα κτίρια είναι υπεύθυνα για την παρούσα αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση του κτηριακού τομέα και κατά συνέπεια προσφέρουν τα μεγαλύτερα περιθώρια για βελτίωση τους. Η βελτίωση και η ένταξη αυτών των κτιρίων ως **nZEB** αποτελεί μεγαλύτερη πρόκληση από την ίδια την κατασκευή ενός νέου, ειδικά σε πυκνοκατοικημένες αστικές περιοχές ή σε πολυώροφα κτίρια, στα οποία δεν μπορούν να εφαρμοστούν εύκολα όλες οι δυνατότητες ενεργειακού σχεδιασμού και παροχής ενέργειας από **ΑΠΕ** [19], [20].

## 5.3 Προβληματισμοί σχετικά με τα ZEB και τα nZEB

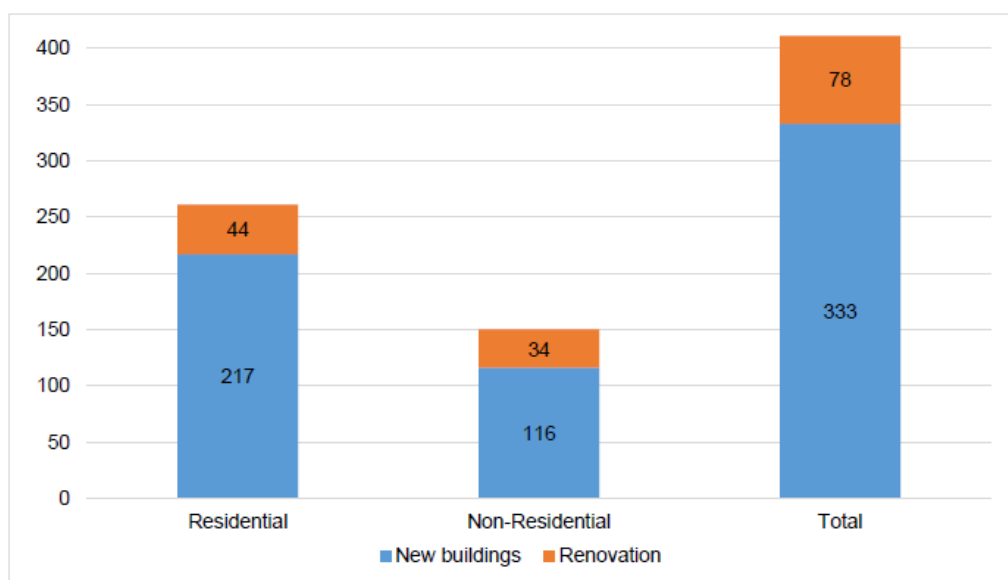
### 5.3.1 Πλήθος κατοικιών που έχουν κατασκευαστεί μέχρι σήμερα

Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα 5.1 μέχρι και το έτος 2017 το πλήθος των **nZEB** που έχει κατασκευαστεί στην ΕΕ είναι μικρό!



Διάγραμμα 5.1: Πλήθος nZEB που έχουν κατασκευαστεί στα παρακάτω Μέλη της Ε.Ε έως και το 2017 [40], [94]

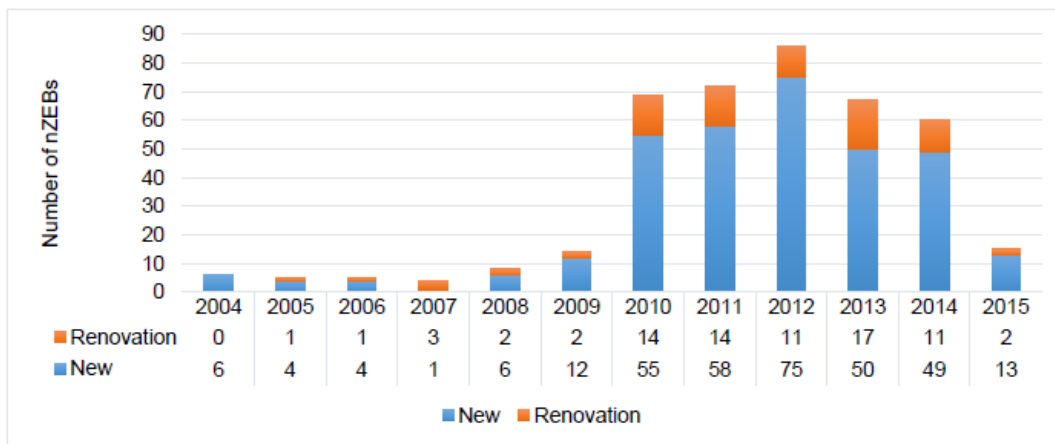
Από το διάγραμμα 5.2 παρατηρούμε ότι όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ κατοικιών και επαγγελματικών κτηρίων υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των νέων κατασκευών, περίπου 45% ενώ η διαφορά μεταξύ των ενεργειακά αναβαθμισμένων κτηρίων είναι περίπου στο 25%.



Διάγραμμα 5.2: Κατανομή πλήθους nZEB μεταξύ κατοικιών και επαγγελματικών κτηρίων [94]

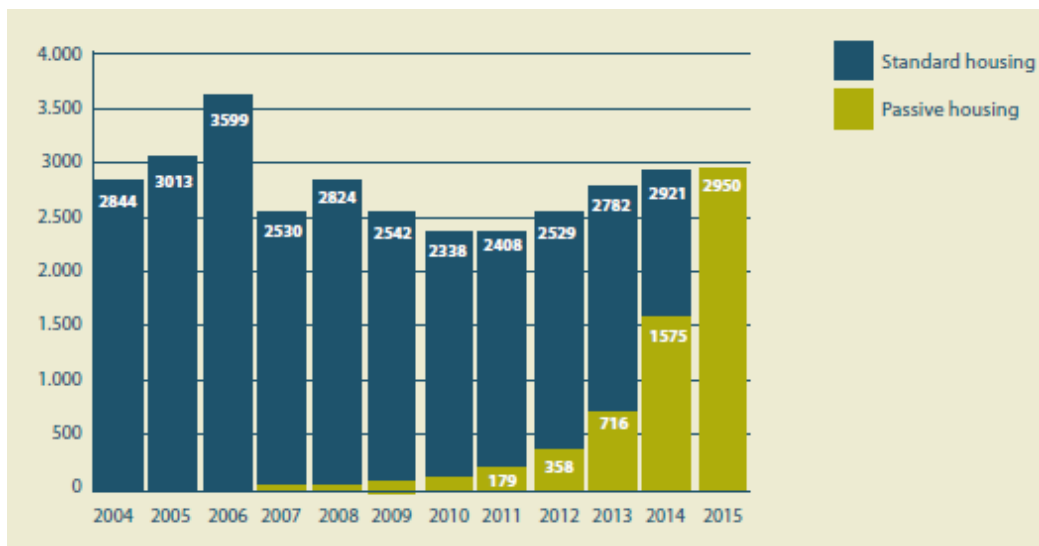


Από το διάγραμμα 5.3 παρατηρούμε ότι από το 2010 έως και το 2014 υπήρχε μια σημαντική αύξηση στις κατασκευές και στις ανακατασκευές των κτηρίων, αλλά το 2015 παρουσιάζεται μια ανακολουθία αυτών δημιουργώντας ένα σοβαρό ερώτημα για το ότι η ανακολουθία αυτή είναι πλησιέστερη του χρονικού ορόσημου του 2020!



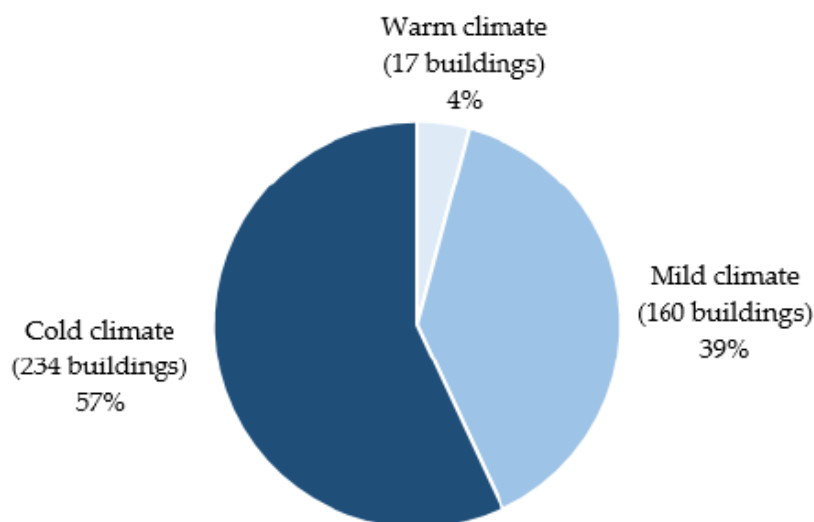
Διάγραμμα 5.3: Πλήθος νέων κατασκευών και ανακατασκευών στην Ε.Ε. ανά έτος [94]

Από το διάγραμμα 5.4 και εξετάζοντας μόνο την πόλη των Βρυξελλών, παρατηρούμε ότι από το 2007 που ξεκίνησαν να κατασκευάζονται τα παθητικά κτήρια υπάρχει σταδιακή αύξηση όπου από το 2011 και μετά μπορεί να χαρακτηριστεί ραγδαία, ενώ το έτος 2015 κατασκευάστηκαν μόνο παθητικά. Αξιοσημείωτο είναι ότι το αντίστοιχο έτος, διάγραμμα 5.3 το συνολικό ποσοστό των nZEB μειώθηκε!



Διάγραμμα 5.4: Ποσοστό των κατοικιών nZEB στη συνολική κατασκευή κατοικιών στις Βρυξέλλες [38]

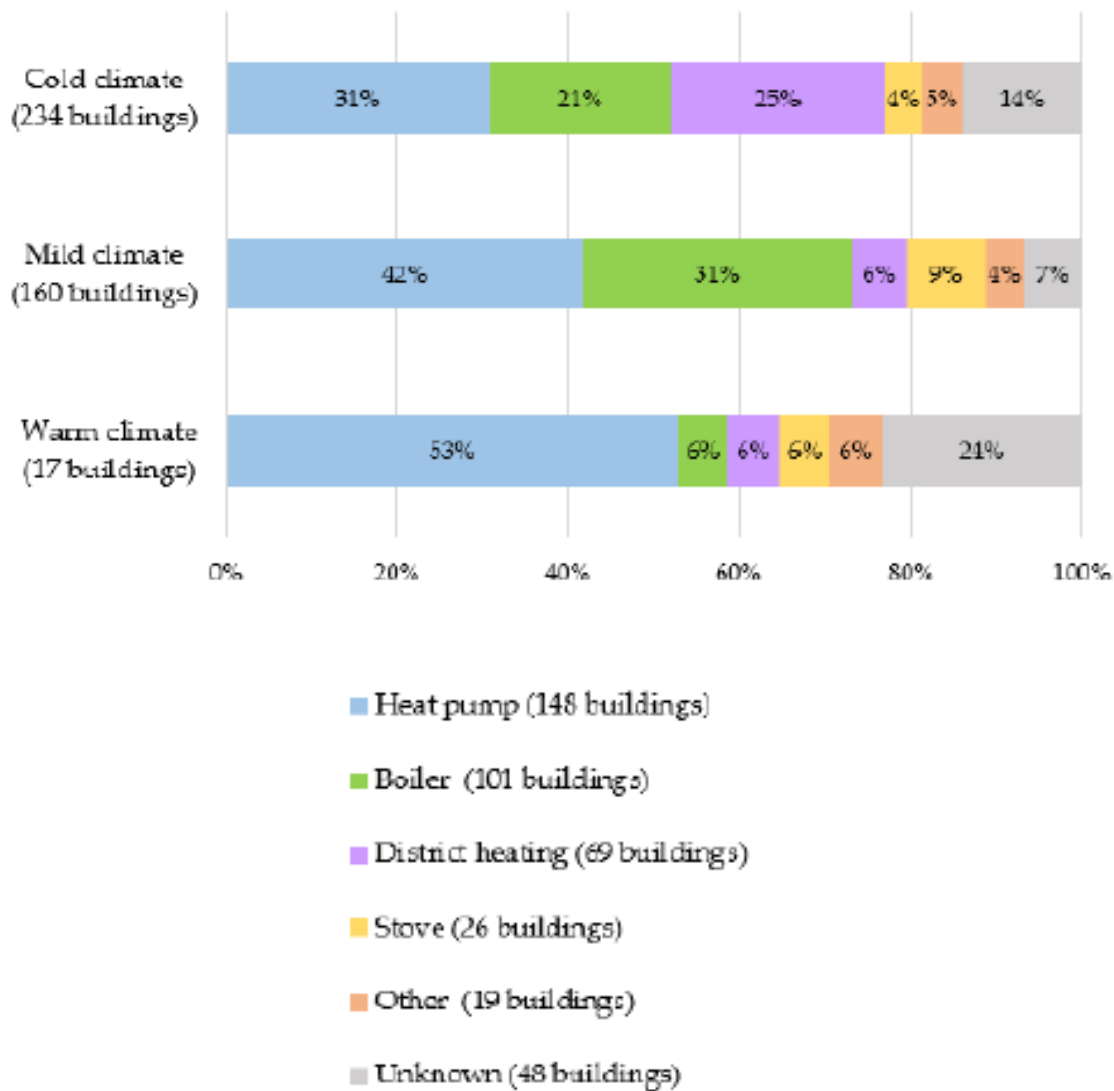
Από το διάγραμμα 5.5 παρατηρούμε ότι υπάρχει μια προτίμηση μεταξύ των τύπων του κλίματος για την κατασκευή των **nZEB**. Στα κρύα κλίματα αντιστοιχεί το μεγαλύτερο ποσοστό 57%, ακολουθούν τα μεσαία θερμοκρασίας με ποσοστό 39 % και ακολουθεί σε εξαιρετικά χαμηλό ποσοστό, της τάξης του 4 %, το ποσοστό των κατασκευών για τα θερμά κλίματα. Πιθανών αυτή η κατανομή να συνδέεται με το γεγονός ότι στα κρύα και μέσα κλίματα χρειαζόμαστε μεγαλύτερες ενεργειακές δαπάνες για να διατηρηθούν οι συνθήκες άνεσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ότι επίσης, όπως έχει προαναφερθεί, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων, βοηθά το βιολογικό μας ρολόι να διατηρεί το ρυθμό του, πράγμα το οποίο είναι απαραίτητο για όλους και ιδιαίτερα για τους Λαούς των Βορείων Χωρών.



*Διάγραμμα 5.5: Κατανομή nZEB συναρτήσει του χαρακτηρισμού του τοπικού κλίματος, κρύο, ζεστό ή ενδιάμεσο [40]*

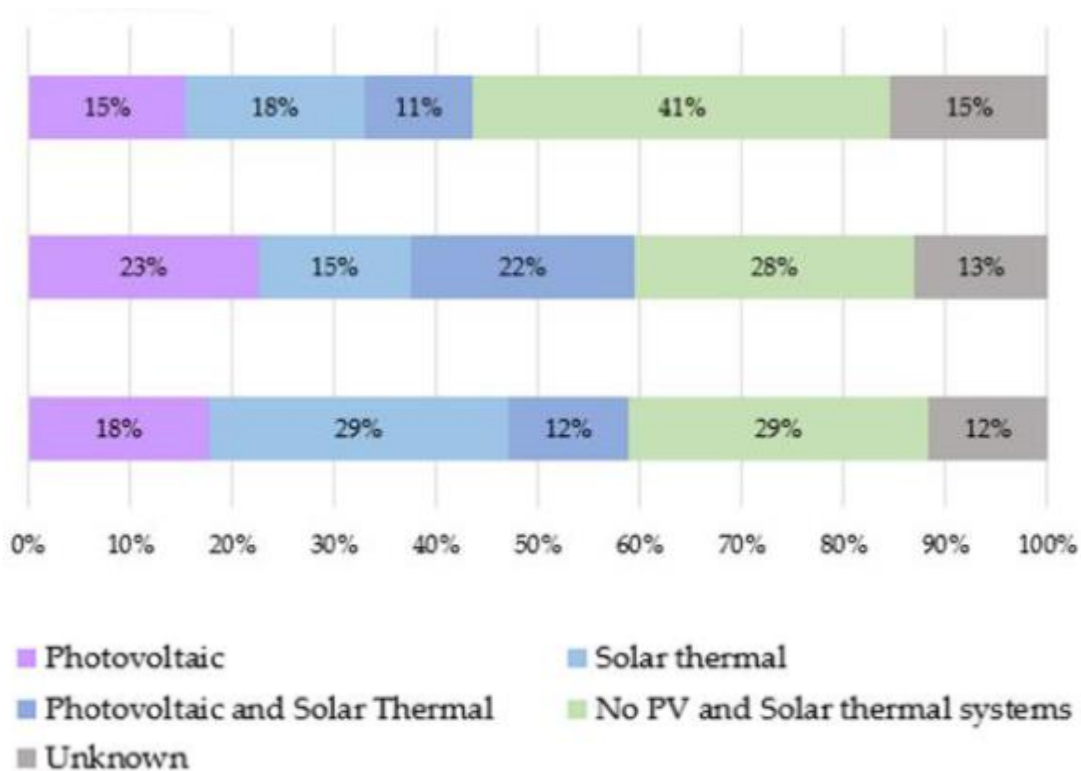
### **5.3.2 Μερίδιο ποσοστού θέρμανσης, ζεστού νερού και φωτοβολταϊκών συναρτήσει του τύπου του κλίματος**

Με βάση την κατηγορία του κλίματος επιλέγονται τα συστήματα για τη θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης διάγραμμα 5.6. Άξιο παρατήρησης είναι ποια τεχνολογία επιλέγεται για τα τρία είδη κλίματος, όσον αφορά τις αντλίες θερμότητας, το boiler και την τηλεθέρμανση. Παρατηρείται ότι όσο ψυχρότερο είναι το κλίμα μειώνεται το ποσοστό των αντλιών θερμότητας, διότι δεν βοηθά την απόδοσή τους η πολύ χαμηλή θερμοκρασία, διότι από το περιβάλλον την αντλεί για να την αξιοποιήσει για την απ ευθείας θέρμανση του χώρου ή μέσω της θέρμανσης του νερού των boiler και στη συνέχεια με τη γνωστή εγκατάσταση των καλοριφέρ, στο χώρο. Επίσης παρατηρείτε ότι η τηλεθέρμανση αξιοποιείται περισσότερο στα κρύα κλίματα.



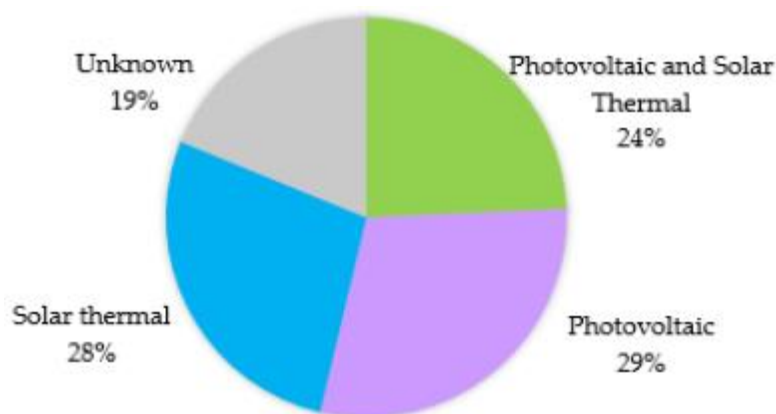
Διάγραμμα 5.6: Ποσοστά των συστημάτων θέρμανσης συναρτήσει του τύπου του κλίματος μέχρι το 2017 [40]

Από το διάγραμμα 5.7 παρατηρούμε ότι στα θερμά κλίματα επιλέγεται με σημαντικό ποσοστό διαφοράς η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας όσον αφορά τη θέρμανση του νερού. Παρατηρούμε επίσης ότι μεταξύ κρύων και θερμών κλιμάτων δεν υπάρχει διαφορά όσον αφορά την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω των φωτοβολταϊκών διατάξεων, ενώ υπάρχει μια άξια λόγου διαφορά στα μεσαία. Επίσης σημαντική παρατήρηση είναι ότι και στα τρία είδη κλίματος υπάρχει σημαντικότερο ποσοστό που δεν αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία.



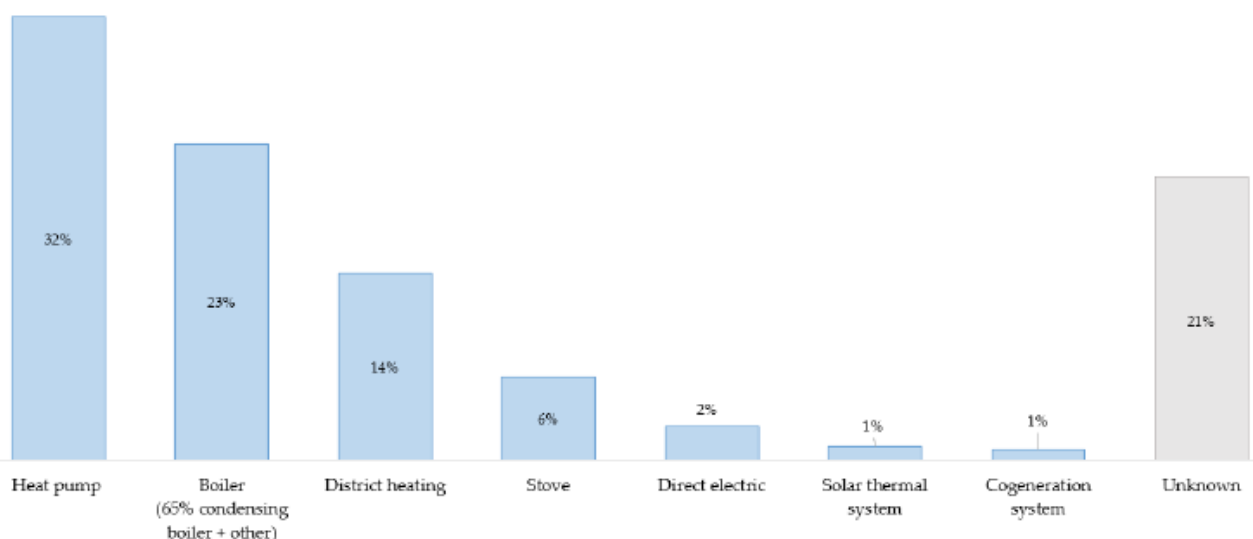
Από πάνω προς τα κάτω: Cold climate, Mild climate, Warm climate

Διάγραμμα 5.7: Ποσοστό των φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων θέρμανσης συναρτήσει του τύπου του κλίματος [40]



Διάγραμμα 5.8: Κατανομή εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών και ηλιακής θέρμανσης μέχρι το 2017 [40]

Από το διάγραμμα 5.8, το οποίο δεν είναι συναρτήσεως του τύπου του κλίματος, παρατηρούμε μέχρι και το έτος 2017 ότι το ποσοστό που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία αγγίζει το 81% πράγμα το οποίο είναι εξαιρετικά καλό από κάθε άποψη και ιδιαίτερα για την καλύτερη αξιοποίηση του Οικογενειακού εισοδήματος καθώς επίσης και για την προστασία του περιβάλλοντος αφού οι τεχνολογίες αυτές ανήκουν στις **ΑΠΕ**.

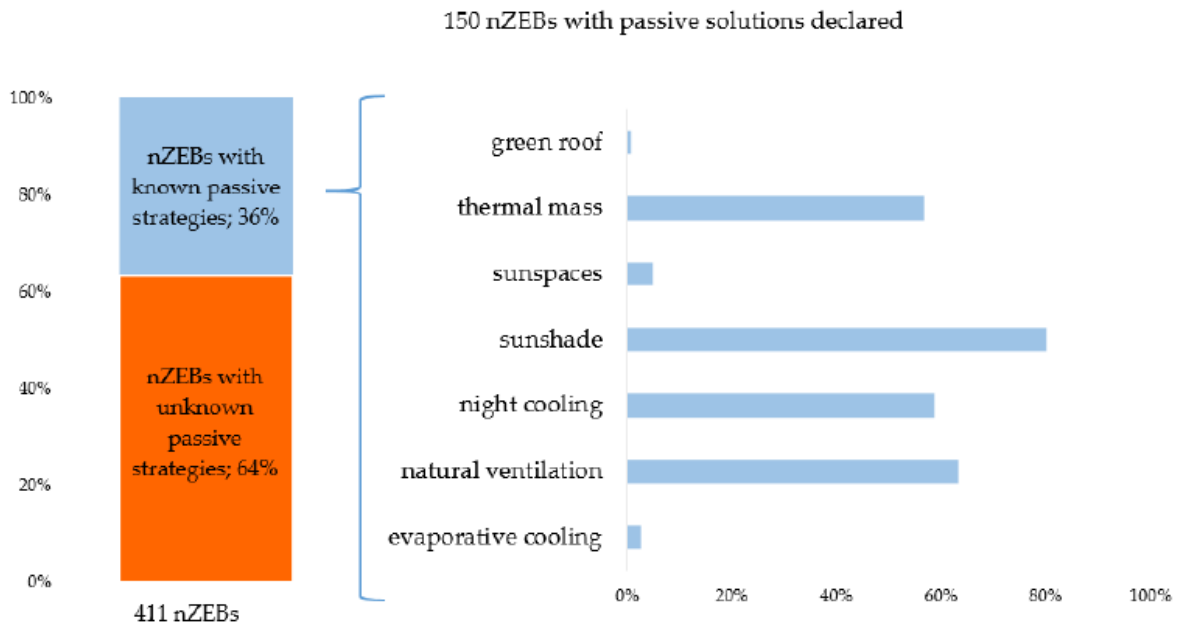


*Διάγραμμα 5.9: Ποσοστό επί των τεχνολογιών για τη θέρμανση και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης στα nZEB [40]*

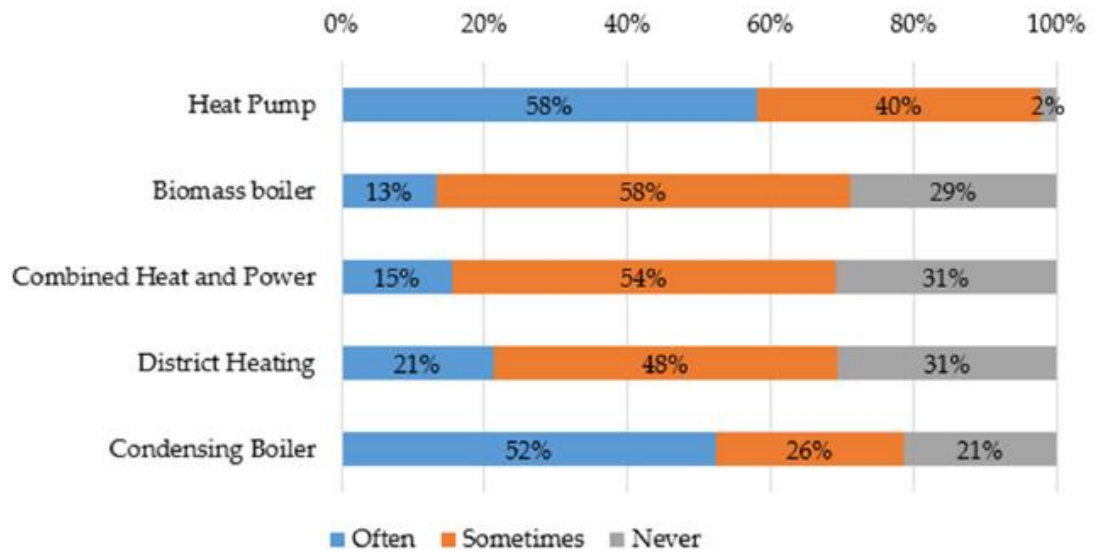
Από το διάγραμμα 5.9 το οποίο δεν είναι συναρτήσεως του τύπου του κλίματος, παρατηρείται ότι τα συστήματα που επιλέγονται, γενικά για τα **nZEB** για τη θέρμανση των χώρων και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, είναι κατά σειρά μείωσης του ποσοστού της συμμετοχής του οι αντλίες θερμότητας, το boiler και η τηλεθέρμανση.

### 5.3.3 Ποσοστό των παθητικών και των ενεργητικών τεχνολογιών στα ZEB, nZEB

Από το διάγραμμα 5.9 παρατηρείται ότι επί 411 **nZEB** μόνο στο 36% αυτών ήταν γνωστές οι παθητικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται και από αυτές βλέπουμε ότι σημαντικά ποσοστά καταλαμβάνουν μόνο οι τέσσερις: η θερμική μάζα, η ηλιοπροστασία με σκιάστρα, η νυχτερινή ψύξη και ο φυσικός αερισμός.



Διάγραμμα 5.9: Ποσοστό παθητικών διατάξεων που χρησιμοποιούνται στα nZEBs μέχρι και το έτος 2017 [40]

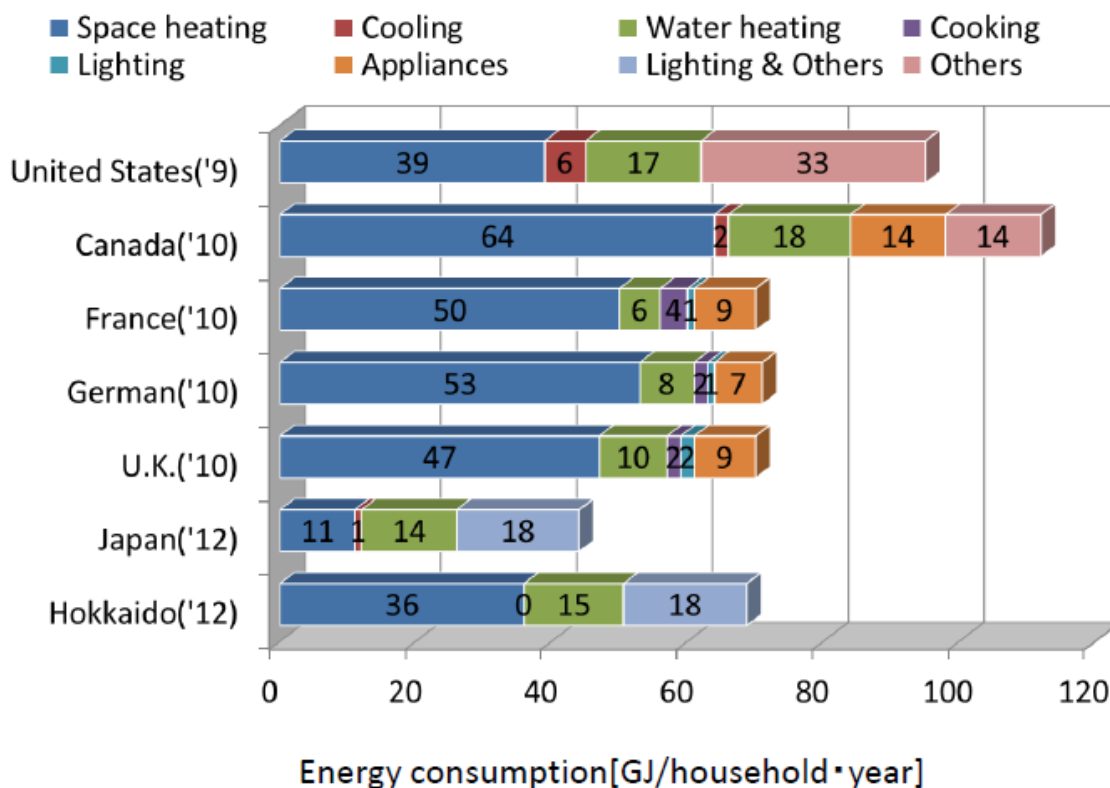


Διάγραμμα 5.10: Ποσοστά ενεργών τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται στα nZEB μέχρι και το έτος 2017 [40]

Από το διάγραμμα 5.10 μπορούμε να διακρίνουμε το πόσο συχνά εμφανίζονται οι διατάξεις αυτές στα **nZEB** και που αφορούν τις τεχνολογίες για τις αντλίες θερμότητας, τη θέρμανση του νερού μέσω της αξιοποίησης της βιομάζας, τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, την τηλεθέρμανση και τον λέβητα συμπύκνωσης για τη θέρμανση των χώρων και του ζεστού νερού χρήσης. Τα σημαντικότερα ποσοστά εμφάνισης αφορούν τις αντλίες θερμότητας και τον λέβητα συμπύκνωσης.

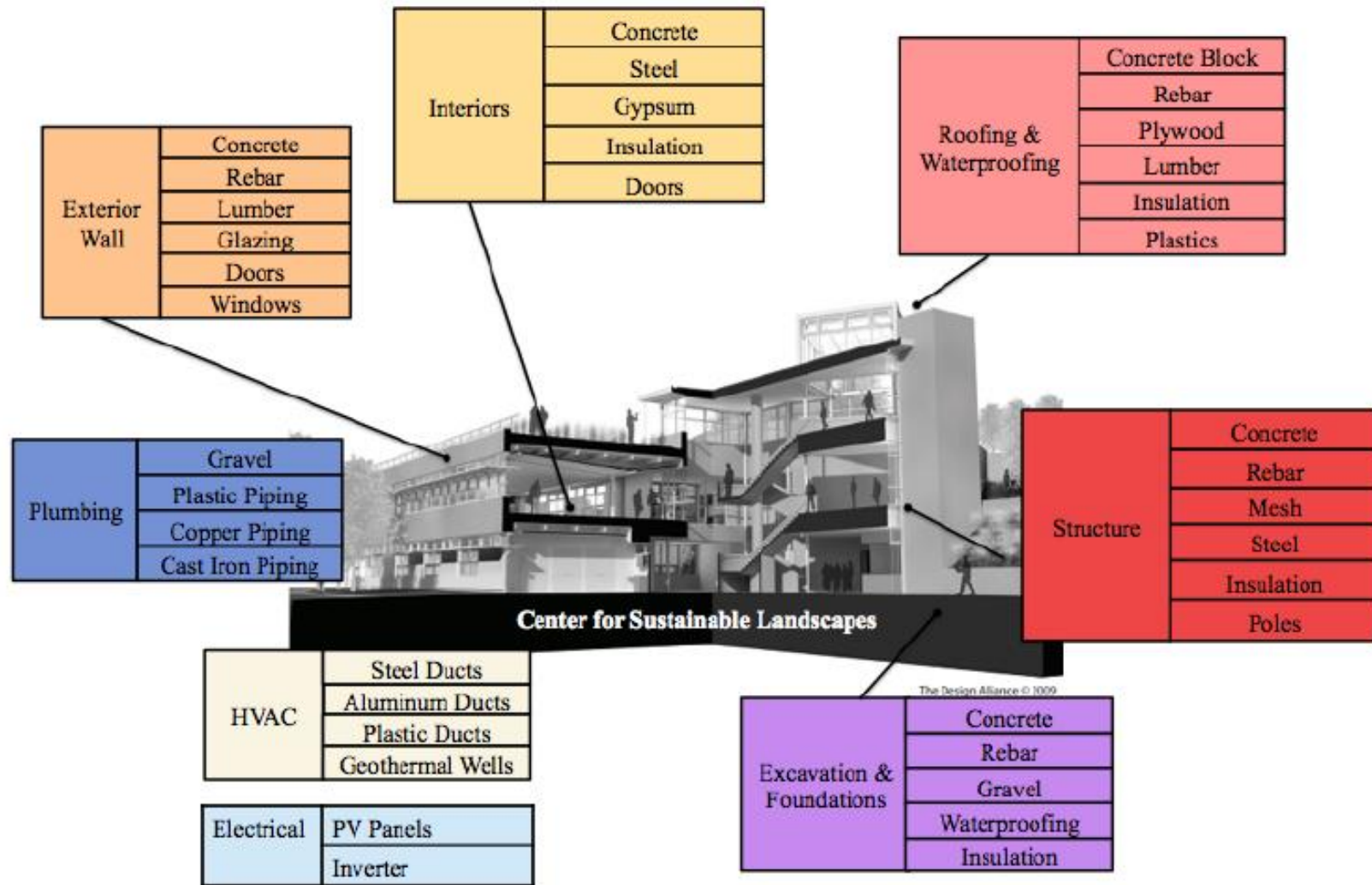
### 5.3.4 Ποσοστά οικιακής κατανάλωσης ενέργειας

Από το διάγραμμα 5.11 παρατηρούμε ότι δεσπόζει το ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά τη θέρμανση των χώρων των κατοικιών με εξαίρεση την Ιαπωνία!



Διάγραμμα 5.11: Κατοικίες και κατανάλωση ενέργειας σε κάποια κύρια Κράτη του Κόσμου [80]

### 5.3.5 Αξιολόγηση του κύκλου ζωής των υλικών κατασκευής ενός κτηρίου nZEB



Εικόνα 5.1: Υλικά που χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση ενός nZEB [87]



Υλικά και διατάξεις που χρησιμοποιούνται στα διάφορα σημεία / επιφάνειες των ZEB, nZEB βάσει της εικόνας 5.1 είναι:

#### **Exterior Wall / Εξωτερικός τοίχος**

- Concrete / Σκυρόδεμα
- Rebar / Οπλισμός
- Lumber / Ξυλεία
- Glazing / Υαλοπίνακες
- Doors / Πόρτες
- Windows / Παράθυρα

#### **Interiors / Εσωτερικοί χώροι**

- Concrete / Σκυρόδεμα
- Steel / Ατσάλι
- Gypsum / Γύψος
- Insulation / Μονωτικά
- Doors / Πόρτες

#### **Roofing & Waterproofing / Στέγες & Στεγάνωση**

- Concrete Block / Προκατασκευασμένο Σκυρόδεμα
- Rebar / Οπλισμός
- Plywood / Κόντρα πλακέ (ξύλεια)
- Lumber / Ξυλεία
- Insulation / Μονωτικά
- Plastics / Πλαστικό

#### **Structure / Δομή**

- Concrete / Σκυρόδεμα
- Rebar / Οπλισμός
- Mesh / Πλέγματα
- Steel / Ατσάλι
- Insulation / Μονωτικά
- Poles / Βέργες

### **Excavation & Foundations / Εκσκαφή & Θεμελίωση**

- Concrete / Σκυρόδεμα
- Rebar / Οπλισμός
- Gravel / Χαλίκι
- Waterproofing / Στεγανοποιητικά
- Insulation / Μονωτικά

### **Electrical / Ηλεκτρολογικά**

- PV Panels / Φωτοβολταϊκές Διατάξεις
- Inverter / Αντιστροφείς

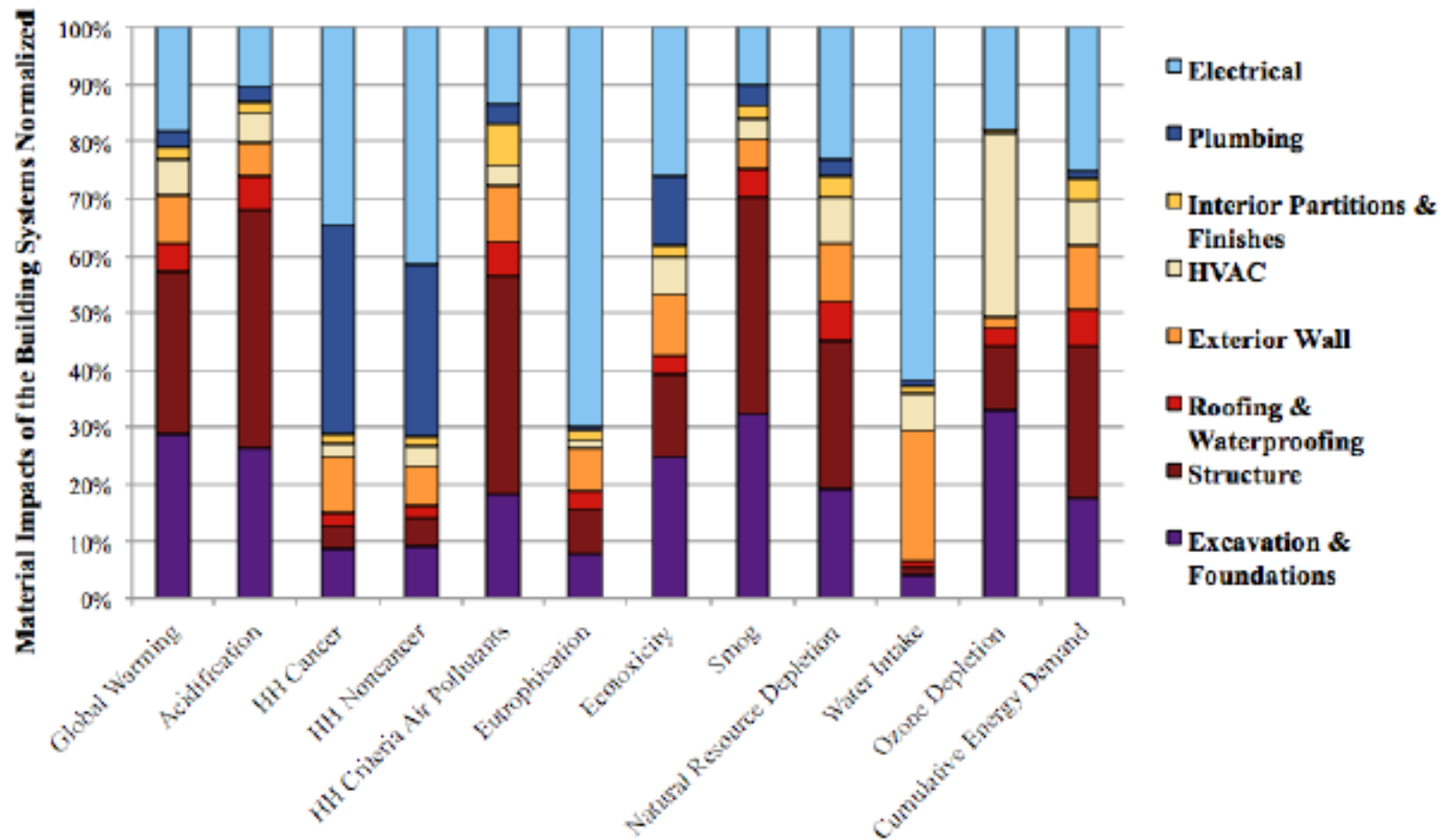
### **HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) / ΨΘΚ (Ψύξη, Θέρμανση, Κλιματισμός)**

- Steel Ducts / Βέργες Χάλυβα
- Aluminum Ducts / Βέργες Αλουμινίου
- Plastic Ducts / Πλαστικές Βέργες
- Geothermal Wells / Γεωθερμικά Φρέατα

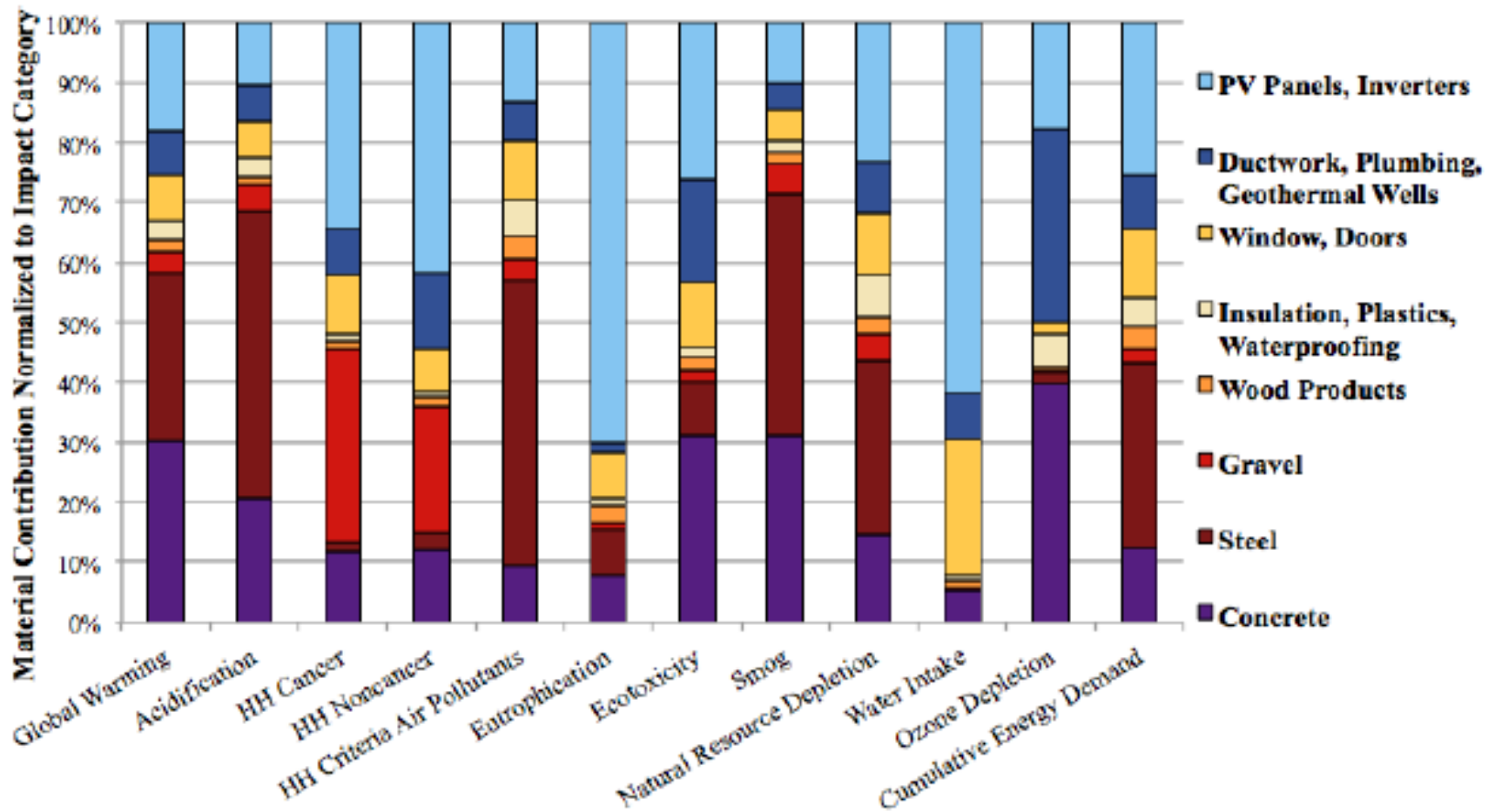
### **Plumbing / Υδραυλικά**

- Gravel / Χαλίκι
- Plastic Piping / Πλαστικοί Σωλήνες
- Copper Piping / Χαλκοσωλήνες
- Cast Iron Piping / Μαντεμένιοι Σωλήνες

### 5.3.5.1 Επιπτώσεις των υλικών



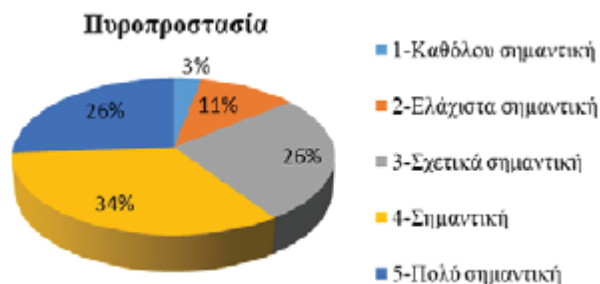
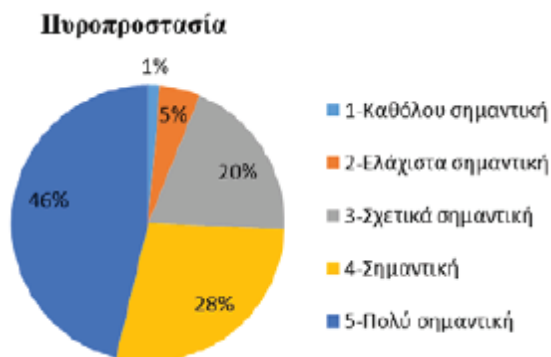
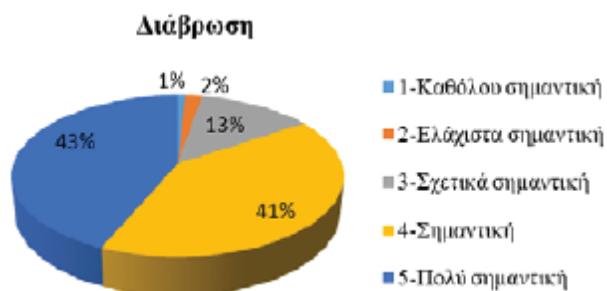
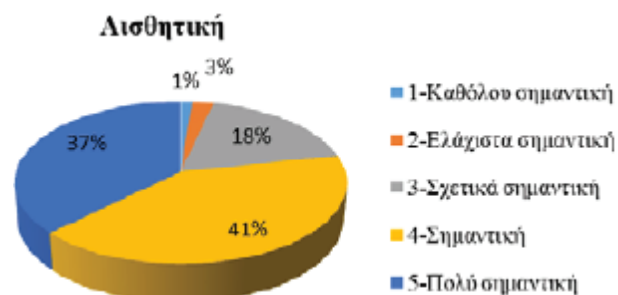
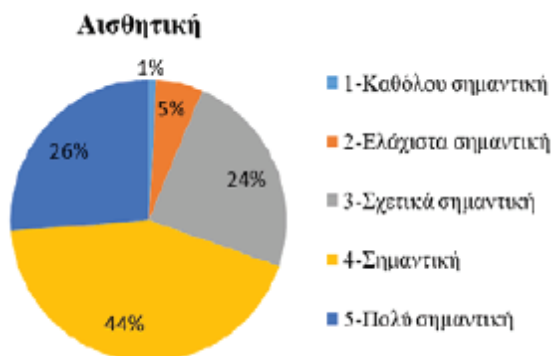
Διάγραμμα 5.12: Κύκλος ζωής των υλικών κατασκευής και οι επιπτώσεις τους στον Άνθρωπο και στο Περιβάλλον (HH - Human Health) [87]



Διάγραμμα 5.13: Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής των υλικών κατασκευής και του είδους του υλικού τους που χρησιμοποιούνται στα nZEB (PV - Photovoltaic) [87]

### 5.3.6 Ιδιώτες VS Επαγγελματίες

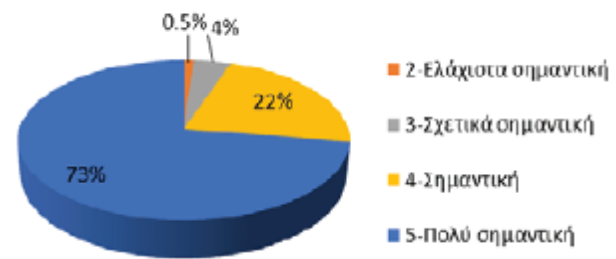
Παρατίθενται οι δύο στήλες οι οποίες συγκρίνουν τις απόψεις των ιδιοκτητών και των Μηχανικών σε σχέση με το ερώτημα που αφορά την σημαντικότητα των παραμέτρων που αφορούν την ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου (αριστερή στήλη Ιδιοκτήτες και δεξιά στήλη Μηχανικοί) [88].



### Θερμομονωτική ικανότητα



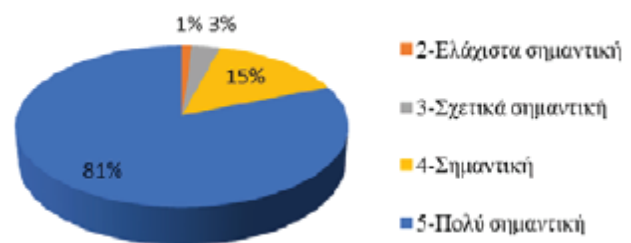
### Θερμομονωτική προστασία



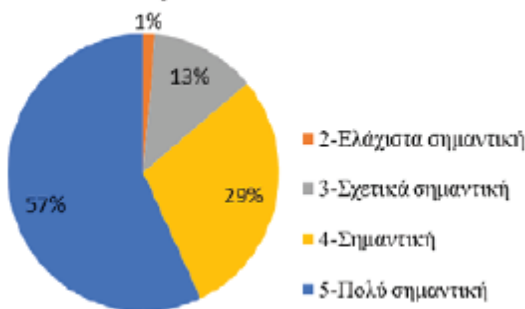
### Υγρασία



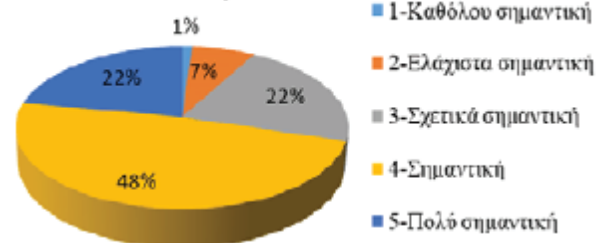
### Υγρασία



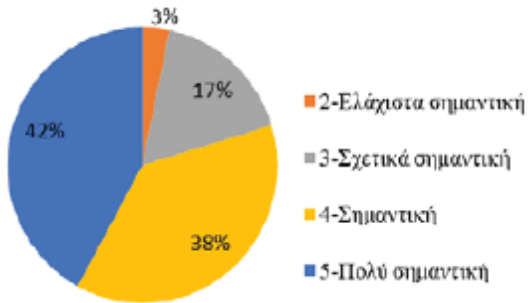
### Ακουστική



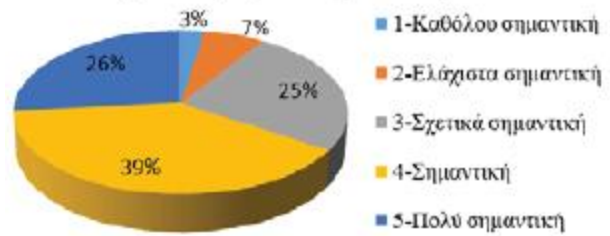
### Ακουστική



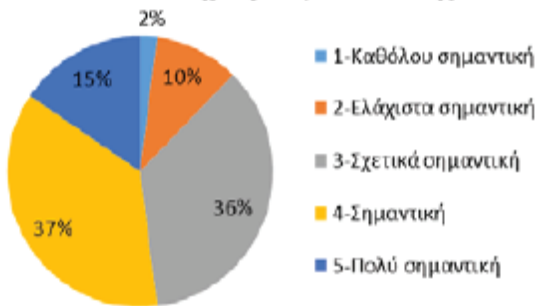
### Βελτίωση ποιότητας εσωτερικού αέρα



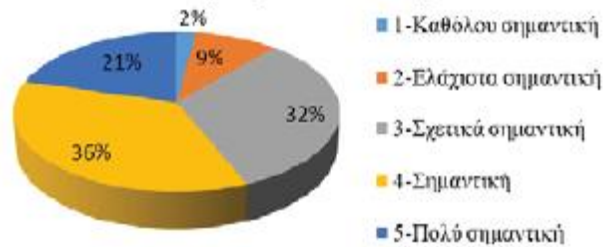
### Βελτίωση ποιότητας εσωτερικού αέρα



### Ευκολία και ταχύτητα εγκατάστασης



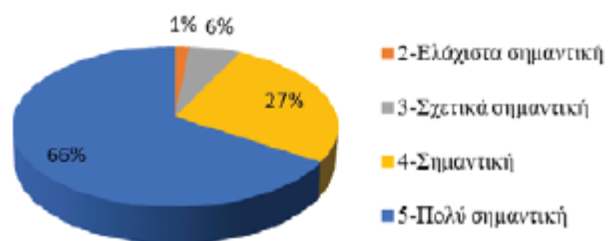
### Ευκολία και ταχύτητα κατασκευής



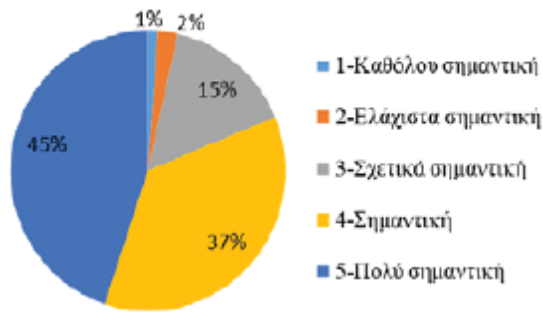
### Ενεργειακή απόδοση



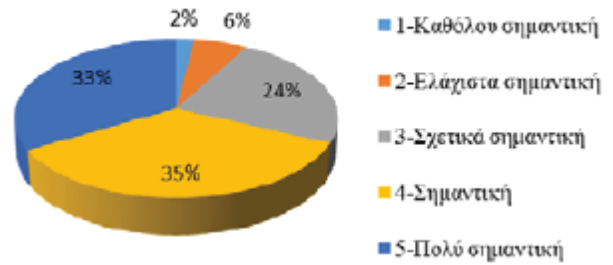
### Ενεργειακή απόδοση



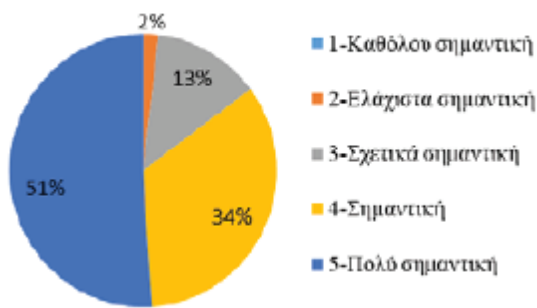
### Περιβαλλοντικό αποτόπωμα



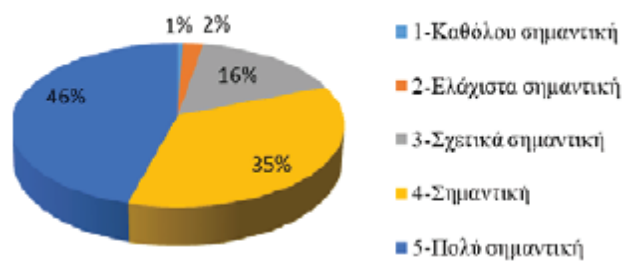
### Περιβαλλοντική απόδοση



### Κόστος αγοράς & εγκατάστασης



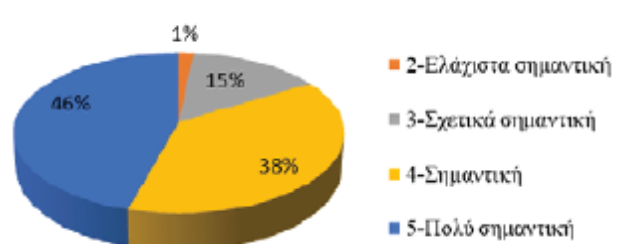
### Κόστος αγοράς και εγκατάστασης



### Συντήρηση



### Συντήρηση

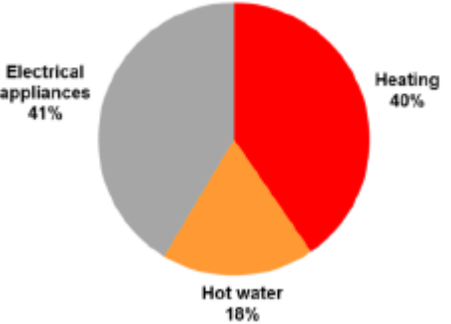

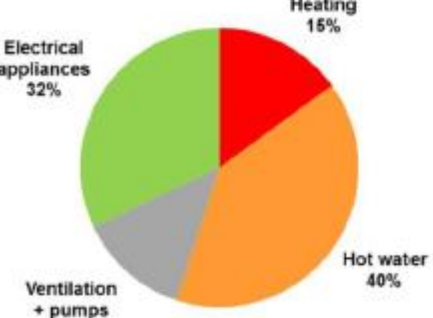


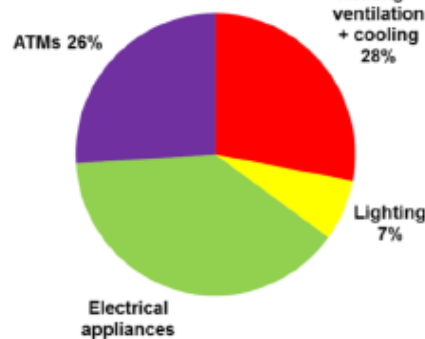
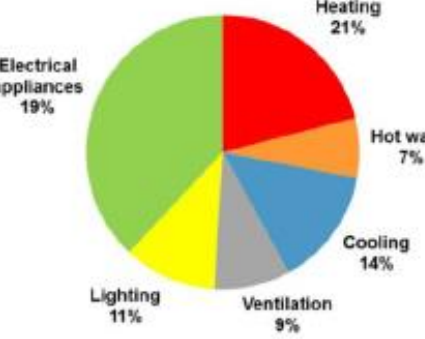
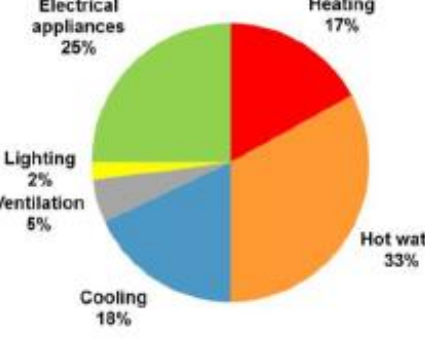
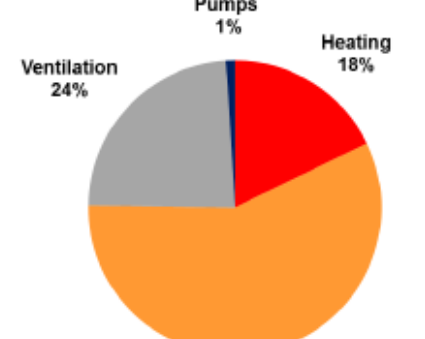
Διάγραμμα 5.15: Ιδιοκτήτες σε σύγκριση με τους ειδικούς για το που πέφτει το βάρος [88]



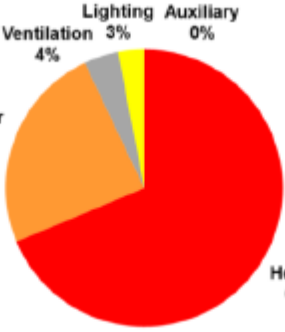

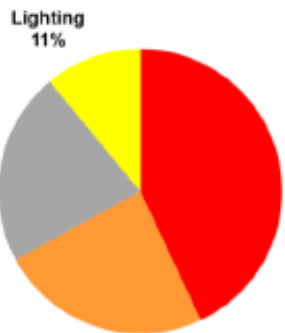
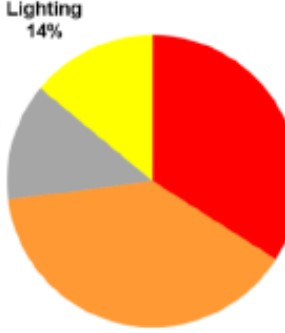
### 5.3.7 ΑΠΕ & ZEB, nZEB

**Πίνακας 5.1: Ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας που αντιστοιχεί στις ΑΠΕ**  
(Βάσει των παραδειγμάτων κατασκευής του παραρτήματος [43])

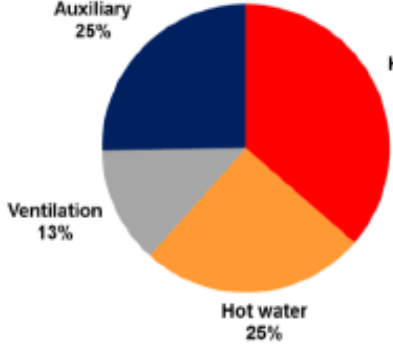
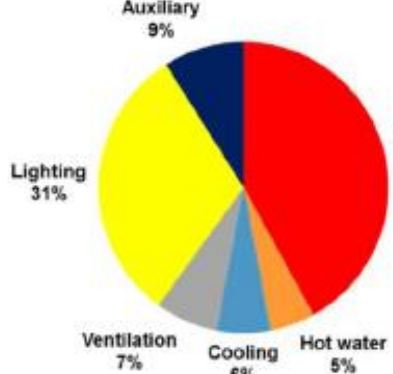
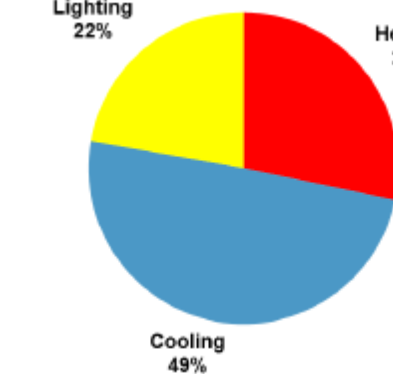
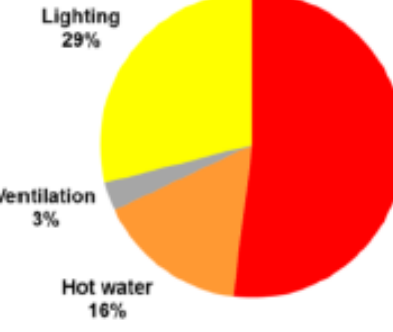
α/α	Χώρα / όνομα κτηρίου	Συνολική κατανάλωση ενέργειας kWh/m <sup>2</sup> .year	% ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας που αντιστοιχεί σε ΑΠΕ	Κατανομή της συνολικής ενέργειας
1	Αυστρία <Passive House Ebner>	39,7	48	 <p>Electrical appliances 41%</p> <p>Heating 40%</p> <p>Hot water 18%</p>
2	Αυστρία <Messequartier>	30,1	52	 <p>Hot water 52%</p> <p>Heating 48%</p>
3	Belgium Flemish Region <De Duurzame Wijk, Waregem>	15,5	59	 <p>Heating 15%</p> <p>Electrical appliances 32%</p> <p>Hot water 40%</p> <p>Ventilation + pumps 13%</p>

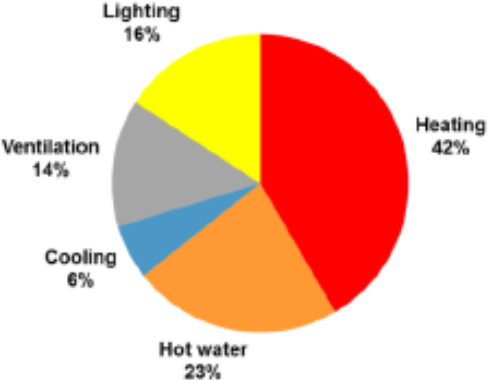
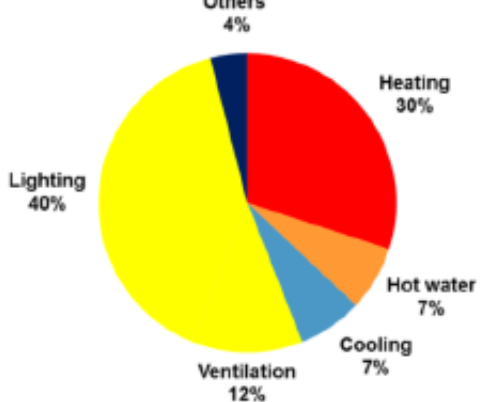
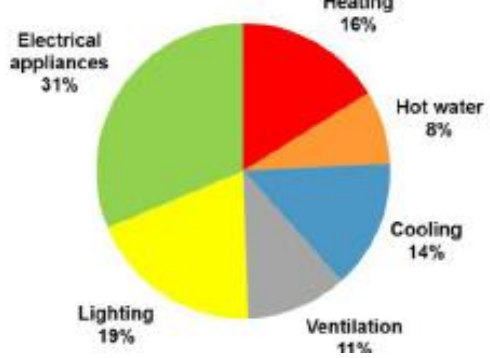
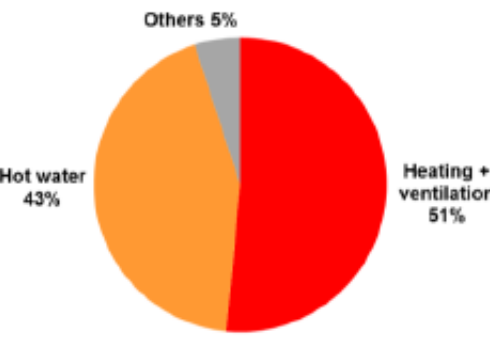
4	Belgium Flemish Region <KBC Gooik Zero Energy Office>	116,4	77	 <p>Heating + ventilation + cooling 28%</p> <p>ATMs 26%</p> <p>Lighting 7%</p> <p>Electrical appliances 39%</p>
5	Bulgaria <Technical University – Sofia, University Research Centre>	53,4	63,2	 <p>Heating 21%</p> <p>Hot water 7%</p> <p>Cooling 14%</p> <p>Lighting 11%</p> <p>Ventilation 9%</p> <p>Electrical appliances 19%</p>
6	Croatia <Multifamily building Lenišće East; Šparna hiža>	65,6	22	 <p>Heating 17%</p> <p>Hot water 33%</p> <p>Cooling 18%</p> <p>Electrical appliances 25%</p> <p>Ventilation 5%</p> <p>Lighting 2%</p>
7	Denmark <Sems Have, Roskilde>	24,5	16	 <p>Pumps 1%</p> <p>Heating 18%</p> <p>Hot water 58%</p> <p>Ventilation 24%</p>

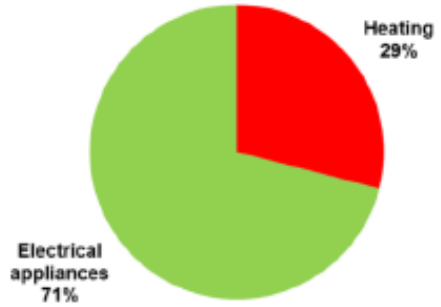
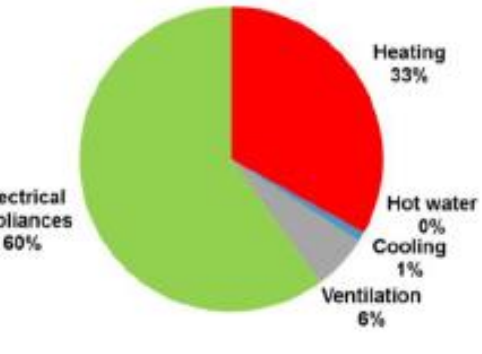
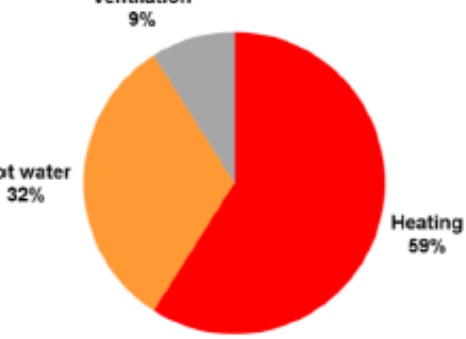
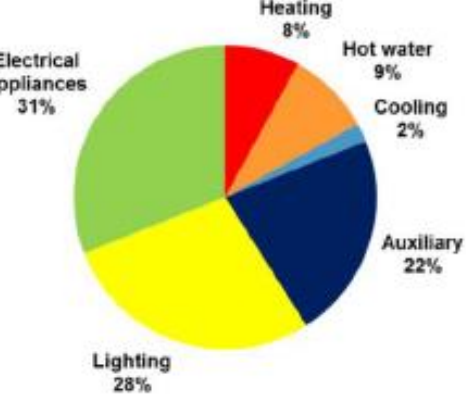
8	<p style="text-align: center;"><b>Estonia</b>  <b>&lt;Rakvere Smart Building&gt;</b></p>	86,3	23	<table border="1"> <caption>Energy Distribution for Rakvere Smart Building</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>46%</td> </tr> <tr> <td>Electrical appliances</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Cooling</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	46%	Electrical appliances	22%	Lighting	12%	Ventilation	11%	Hot water	8%	Cooling	1%
Category	Percentage																	
Heating	46%																	
Electrical appliances	22%																	
Lighting	12%																	
Ventilation	11%																	
Hot water	8%																	
Cooling	1%																	
9	<p style="text-align: center;"><b>Finland</b>  <b>&lt;Järvenpää Zero Energy House&gt;</b></p>	44	100	<table border="1"> <caption>Energy Distribution for Järvenpää Zero Energy House</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hot water</td> <td>57%</td> </tr> <tr> <td>Heating</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>Auxiliary + outdoor electricity</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Hot water	57%	Heating	27%	Auxiliary + outdoor electricity	9%	Ventilation	7%				
Category	Percentage																	
Hot water	57%																	
Heating	27%																	
Auxiliary + outdoor electricity	9%																	
Ventilation	7%																	
10	<p style="text-align: center;"><b>Finland</b>  <b>&lt;Villa ISOVER&gt;</b></p>	40,4	100	<table border="1"> <caption>Energy Distribution for Villa ISOVER</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Electrical appliances</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>Cooling</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	30%	Electrical appliances	35%	Hot water	12%	Ventilation	13%	Lighting	10%	Cooling	1%
Category	Percentage																	
Heating	30%																	
Electrical appliances	35%																	
Hot water	12%																	
Ventilation	13%																	
Lighting	10%																	
Cooling	1%																	
11	<p style="text-align: center;"><b>France</b>  <b>&lt;Maison DOISY&gt;</b></p>	32,8	21	<table border="1"> <caption>Energy Distribution for Maison DOISY</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>63%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Auxiliary</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	63%	Hot water	29%	Ventilation	2%	Lighting	5%	Auxiliary	0%		
Category	Percentage																	
Heating	63%																	
Hot water	29%																	
Ventilation	2%																	
Lighting	5%																	
Auxiliary	0%																	

12	<p style="text-align: center;"><b>France</b> &lt;Maison HANAU&gt;</p>	41,6	100	 <table border="1" data-bbox="1062 170 1344 499"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>68%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Auxiliary</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	68%	Hot water	24%	Ventilation	4%	Lighting	3%	Auxiliary	0%
Category	Percentage															
Heating	68%															
Hot water	24%															
Ventilation	4%															
Lighting	3%															
Auxiliary	0%															
13	<p style="text-align: center;"><b>Germany</b> &lt;Efficiency House Plus with E-mobility in Berlin&gt;</p>	61,1	107	 <table border="1" data-bbox="1062 527 1344 856"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>Electrical appliances</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation + pumps + automation</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>13%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	34%	Electrical appliances	23%	Ventilation + pumps + automation	25%	Hot water	13%	Lighting	4%
Category	Percentage															
Heating	34%															
Electrical appliances	23%															
Ventilation + pumps + automation	25%															
Hot water	13%															
Lighting	4%															
14	<p style="text-align: center;"><b>Germany</b> &lt;Hauptschule Schrobenhausen, pilot project of DENA Efficient Schools Project&gt;</p>	68,5	43	 <table border="1" data-bbox="1062 953 1344 1283"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>11%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	43%	Ventilation	22%	Hot water	24%	Lighting	11%		
Category	Percentage															
Heating	43%															
Ventilation	22%															
Hot water	24%															
Lighting	11%															
15	<p style="text-align: center;"><b>Ireland</b> &lt;Urban semi-detached house&gt;</p>	31,4	30	 <table border="1" data-bbox="1062 1352 1344 1682"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>34%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>39%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>13%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	34%	Hot water	39%	Lighting	14%	Ventilation	13%		
Category	Percentage															
Heating	34%															
Hot water	39%															
Lighting	14%															
Ventilation	13%															

16	Ireland <Post Primary School Research Project>	52,5	40	<p>A pie chart showing energy consumption for Ireland. The segments are: Heating (43%, red), Hot water (24%, orange), Ventilation (22%, grey), and Lighting (11%, yellow).</p>
17	Italy <ECOsil>	43	67	<p>A pie chart showing energy consumption for Italy (ECOsil). The segments are: Heating (60%, red), Lighting (35%, yellow), and Hot water (5%, orange).</p>
18	Italy <ENERGY BOX>	35.3	NA	<p>A pie chart showing energy consumption for Italy (ENERGY BOX). The segments are: Hot water (47%, orange), Cooling (40%, blue), and Heating (13%, red).</p>
19	Lithuania <Single-family houses in Moletai with district heating>	42.8	60	NA
20	Lithuania <Single-family houses in Moletai with wood boiler>	44.3	51	NA

21	Luxembourg <EcoHouse in Ayl>	10.2	30	 <p>A pie chart showing the energy distribution for the EcoHouse in Ayl, Luxembourg. The chart is divided into four segments: Heating (36%, red), Hot water (25%, orange), Auxiliary (25%, dark blue), and Ventilation (13%, grey).</p>
22	<Luxembourg Horizont-Building Strassen>	75.6	84	 <p>A pie chart showing the energy distribution for the Horizont-Building Strassen in Luxembourg. The chart is divided into six segments: Heating (42%, red), Lighting (31%, yellow), Auxiliary (9%, dark blue), Ventilation (7%, grey), Cooling (6%, light blue), and Hot water (5%, orange).</p>
23	Malta <Mosta House of Character>	11.4	49	 <p>A pie chart showing the energy distribution for the Mosta House of Character in Malta. The chart is divided into three segments: Cooling (49%, blue), Heating (28%, red), and Lighting (22%, yellow).</p>
24	The Netherlands <Brabantwoningen>	- 51.1	216	 <p>A pie chart showing the energy distribution for the Brabantwoningen in The Netherlands. The chart is divided into four segments: Heating (52%, red), Lighting (29%, yellow), Hot water (16%, orange), and Ventilation (3%, grey).</p>

25	The Netherlands <Down 2-000>	- 33.4	143	 <p>A pie chart showing the energy consumption breakdown for The Netherlands. The largest portion is Heating at 42%, followed by Hot water at 23%, Lighting at 16%, Ventilation at 14%, and Cooling at 6%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating</td> <td>42%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>23%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Cooling</td> <td>6%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating	42%	Hot water	23%	Lighting	16%	Ventilation	14%	Cooling	6%		
Category	Percentage																	
Heating	42%																	
Hot water	23%																	
Lighting	16%																	
Ventilation	14%																	
Cooling	6%																	
26	Norway <Powerhouse Kjørbo>	19.4	100	 <p>A pie chart showing the energy consumption breakdown for Norway (Powerhouse Kjørbo). The largest portion is Lighting at 40%, followed by Heating at 30%, Ventilation at 12%, Cooling at 7%, Hot water at 7%, and Others at 4%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lighting</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>Heating</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Cooling</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Others</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Lighting	40%	Heating	30%	Ventilation	12%	Cooling	7%	Hot water	7%	Others	4%
Category	Percentage																	
Lighting	40%																	
Heating	30%																	
Ventilation	12%																	
Cooling	7%																	
Hot water	7%																	
Others	4%																	
27	Norway <Miljøhuset GK>	64.2	24	 <p>A pie chart showing the energy consumption breakdown for Norway (Miljøhuset GK). The largest portion is Electrical appliances at 31%, followed by Lighting at 19%, Cooling at 14%, Ventilation at 11%, Heating at 16%, and Hot water at 8%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Electrical appliances</td> <td>31%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Cooling</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Heating</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Electrical appliances	31%	Lighting	19%	Cooling	14%	Ventilation	11%	Heating	16%	Hot water	8%
Category	Percentage																	
Electrical appliances	31%																	
Lighting	19%																	
Cooling	14%																	
Ventilation	11%																	
Heating	16%																	
Hot water	8%																	
28	Poland <House in Oraczewice>	90.9	27	 <p>A pie chart showing the energy consumption breakdown for Poland (House in Oraczewice). The largest portion is Heating + ventilation at 51%, followed by Hot water at 43%, and Others at 5%.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heating + ventilation</td> <td>51%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Others</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Percentage	Heating + ventilation	51%	Hot water	43%	Others	5%						
Category	Percentage																	
Heating + ventilation	51%																	
Hot water	43%																	
Others	5%																	

29	<p style="text-align: center;"><b>Portugal</b> &lt;SOLAR XXI&gt;</p>	5	88	 <p>Heating 29%</p> <p>Electrical appliances 71%</p>
30	<p style="text-align: center;"><b>Sweden</b> &lt;Väla Gård&gt;</p>	42.1	90	 <p>Heating 33%</p> <p>Electrical appliances 60%</p> <p>Hot water 0%</p> <p>Cooling 1%</p> <p>Ventilation 6%</p>
31	<p style="text-align: center;"><b>Sweden</b> &lt;Single-family house in Vallda Heberg passive house residential area&gt;</p>	55.7	100	 <p>Heating 59%</p> <p>Hot water 32%</p> <p>Ventilation 9%</p>
32	<p style="text-align: center;"><b>United Kingdom</b> &lt;University of East London, Stratford New Library&gt;</p>	108	16.5	 <p>Heating 8%</p> <p>Hot water 9%</p> <p>Cooling 2%</p> <p>Auxiliary 22%</p> <p>Lighting 28%</p> <p>Electrical appliances 31%</p>



## 5.4 Συμπεράσματα [33], [86]

Για την επίτευξη του επιθυμητού στόχου, όπως και σε κάθε περίπτωση, απαιτούνται θυσίες όπως.

- Θα πρέπει να επικρατήσει η λογική στη χρήση της ενέργειας.
- Είναι απαραίτητο να ξεφύγουμε από τη λογική ότι ό κάθε ένας μπορεί να έχει άποψη για το κάθε τι.
- Πρέπει οι Μηχανικοί να εφαρμόζουν τις αρχές σχεδιασμού με βάση όχι μόνο τις σύγχρονες απαιτήσεις στις κατασκευές αλλά με βάση την ηλικία των ανθρώπων και την οικονομοτεχνική προσέγγιση.
- Ο χρόνος, ως αδιάψευστος κριτής των πάντων, να αποδείξει ότι όντως οι κατασκευές με υψηλή ενεργειακή απόδοση αποσβένουν σε λογικό χρονικό διάστημα το υψηλότερο κόστος της κατασκευής.
- Σε μεγάλες κατασκευές κατοικιών πχ πολυκατοικίες ή οργανωμένες εκτάσεις μονοκατοικιών, θα υπάρξει η ανάγκη κεντρικού συστήματος διαχείρισης της ενέργειας, παραγόμενης και δαπανώμενης.
- Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική πρέπει να έχει βασική χρήση, διότι χωρίς αυτήν δεν είναι εύκολο να υπάρξουν οι συνθήκες άνεσης.
- Η χρήση των ΑΠΕ και ιδιαίτερα των φωτοβολταϊκών στοιχείων, παίζει σημαντικό ρόλο στην αρχιτεκτονική της κατασκευής.
- Η νέα σχεδίαση μαζί με τις εγκαταστάσεις απαιτούν ένα επιπλέον έξοδο για την συντήρησή τους έτσι ώστε να παραμένουν αποδοτικές.
- Βάσει των ZEB θα αλλάξουν ακόμη και τα προγράμματα σπουδών των σχολείων και των Πανεπιστημίων έτσι ώστε να αποφοιτούν άνθρωποι ειδικοί στις νέες αυτές απαιτήσεις.
- Ακόμη και σε μια μονοκατοικία θα υπάρχουν οι διατάξεις για την παραγωγή, την αποθήκευση και την διαχείριση της ενέργειας.
- Απαιτείται να εμπιστευτούμε την τεχνολογία των νέων υλικών γιατί χωρίς αυτά δεν μπορούν να υλοποιηθούν οι κατασκευές αυτές.
- Σε κάθε περίπτωση, οι νέες αυτές απαιτήσεις είναι για το καλό του Πλανήτη μας και κατά συνέπεια για το δικό μας.

## **Επίλογος**

Αναφέρθηκε και στην εισαγωγή και θα κλείσουμε με το σημαντικότερο αυτό σημείο, το οποίο αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για τη σωτηρία του Πλανήτη μας, την οικονομική μας άνεση και το κυριότερο για να βρισκόμαστε σε κατάσταση ευφορίας σε όλη τη ζωή μας:

**“There is a big difference between what I want and what I need!”**

**Kallistos Ware**  
**Bishop of Diokleia**



## ΑΝΑΦΟΡΕΣ – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ – ΠΗΓΕΣ

[1] <http://www.ypeka.gr>

[2] Δρ. Γιώργος Αναστασόπουλος, Χάρης Δούκας, Ιωάννης Ψαρράς  
/ Διαχείριση Ενέργειας στη Βιομηχανία / ΔΠΜΣ «Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας» / ΕΜΠ

[3] Χάρης Δημουλιάς / Προοπτικές Ανάπτυξης και Οφέλη των Επιχειρήσεων μέσω Εξοικονόμησης Ενέργειας / Εξοικονόμηση Ενέργειας στη Βιομηχανία / ΕΙΔΠΠ

[4] <http://www.helesco.gr>

[5] <http://semimd.com/blog/tag/soi/>

[6] Jacopo Iannacci / Powering pervasivity of the Internet of Things (IoT) – A review with focus on mechanical vibrations / Microsystem based Energy Harvesting (EH-MEMS) / 2017

[7] Χούσος Ευθύμιος / Έξυπνα δίκτυα ενέργειας / Διπλωματική εργασία / Πανεπιστήμιο Πατρών / 2015

[8] <https://ecozen.gr>

[9] [https://europa.eu/european-union/topics/energy\\_el](https://europa.eu/european-union/topics/energy_el)

[10] Μπιζέλη Κωνσταντίνα / Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα: Η Περίπτωση του ΜΕ.Κ.Δ.Ε. στο Μέτσοβο / Διπλωματική Εργασία / ΔΠΜΣ <<ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ>> / ΕΜΠ / 2014

[11] ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ / ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟΗΜΕΝΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ / ΤτΕ / 2011

[12] Α. Γ. Γαγλία, Κ. Α. Μπαλαράς, Σ. Μοιρασγεντής, Ε. Γεωργοπούλου, Ι. Σαραφίδης, Δ. Λάλας / ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΑΠΟΘΕΜΑ, ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΚΑΙ ΤΡΙΤΟΓΕΝΗ ΤΟΜΕΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ - ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ / 2009

[13] Ζαχαρή Κωνσταντίνα / Διερεύνηση σχεδιασμού κτηρίου κατοικίας ελάχιστων εκπομπών CO<sub>2</sub> Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας / Διπλωματική Εργασία / Π.Μ.Σ. / Χωρική ανάλυση και διαχείριση περιβάλλοντος / 2012

[14] ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Θ. ΧΑΛΚΙΔΗΣ / ΚΤΗΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΔΜ / ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ /

Εργαστήριο Τεχνολογίας Περιβάλλοντος / Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών / Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας / 2012

[15] Λάζαρου Αυγέρη / Καταναεμημένη πράσινη ηλεκτρική ενέργεια και οι προηγμένες δικτυακές υποδομές για τη διαχείριση και την οικονομία της / Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία / Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών / Μοντελοποίηση και Ανάλυση Κτιρίων Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης / Πανεπιστήμιο Πατρών / 2016

[16] ΣΑΚΚΑ Π. ΑΓΓΕΛΙΚΗ / Ολιστική ενεργειακή θεώρηση κτηρίων / Διπλωματική Εργασία / Μ.Δ.Ε. / Τμήμα Βιολογίας / Πανεπιστήμιο Πατρών / 2014

[17] ΕΡΕΥΝΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΑ 2011-2012 / ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ / 2013

[18] Ιερωνυμάκης Αθανάσιος / Σχεδιασμός & μελέτη μετατροπής υφιστάμενων κατοικιών σε κτίρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης / Διπλωματική Εργασία / Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος / Πολυτεχνείο Κρήτης / 2013

[19] ΤΡΑΪΑΝΟΣ ΜΟΥΤΑΦΤΣΗΣ / ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΤΗΣ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ / ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ / ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ / ΑΠΘ / 2016

[20] ΒΑΣΙΛΙΚΗ Π. ΠΛΑΤΑΝΙΤΗ / Οικονομοτεχνική Μελέτη Κύκλου Ζωής Κτιρίου Μηδενικής Ενέργειας και Μηδενικών Αποβλήτων / Διπλωματική Εργασία / ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ <<ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ / ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ & ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ / Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο / 2018

[21] Μαριλένα Μιχαλίδου / ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΣΤΗΝ ΚΥΠΡΟ ΣΕ ΣΧΕΔΟΝ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ / Μεταπτυχιακή διατριβή / ΣΧΟΛΗΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ / ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ / 2015

[22] Igor Sartori, Sjur V. Løtveit and Kristian S. Skeie / Guidelines on energy system analysis and cost optimality in early design of ZEB / ZEB Project report 41– 2018

[23] Bjōrn Berggren, Maria Wall, Kajsa Flodberg, Eje Sandberg / A case study, testing the Swedish Net / ZEB definition Net ZEB office in Sweden / 2013

[24] ZEB/ZEH ROADMAP / Innovation for Cool Earth Forum / TECHNOLOGY AND INSTITUTION / 2017

[25] <https://geospatial.blogs.com/.a/6a00d83476d35153ef017ee50e7989970d-800wi>

[26] Μαυρομμάτη Δήμητρα / υγεία και χαμηλή ενέργεια κατοίκησης, προσεγγίζοντας την οικολογική αρχιτεκτονική / ερευνητική εργασία / Πολυτεχνείο Κρήτης / Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

- [27] Αν. Καθ. Κλειώ Ν. Αξαρχή / ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ - ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ / Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων / Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών / ΑΠΘ
- [28] Νικολούδης Ι. Στυλιανός / Βιοκλιματικός σχεδιασμός και παραδοσιακή αρχιτεκτονική / Διπλωματική Εργασία / Σχολή Πολιτικών Μηχανικών / ΕΜΠ / 2013
- [29] Μ.ΣΑΝΤΑΜΟΥΡΗΣ / Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτηριακό τομέας της Ελλάδας / ΚΑΠΕ – ΕΚΠΑ
- [30] Hyojung Lee, Suresh Gurung / Tony Brick / Zero Energy Buildings / Thesis / Helsinki Metropolia University of Applied Science / 2012
- [31] Strategic Research Center for Zero Energy Buildings
- [32] Advanced strategies for net-zero energy building: Focused on the early phase and usage of a building's life cycle / 2017
- [33] Oliver Bauman / integrated design – delivery and operations of net – zero energy buildings / SOLAR DECATHLON / U.S. DEPARTMENT OF ENERGY / 2009
- [34] Tom Hootman / NET ZERO ENERGY DESIGN
- [35] Gandhi Habash, Daniel Chapotchkine, Peter Fisher, Alec Rancourt, Riadh Habash and Will Norris / Sustainable design of a nearly energy zero building / Facilitated by a smart micro grid / HINDAWI / 2014
- [36] Shoki Kosaia, ChiaKwang Tanb / Quantitative analysis on a zero energy building performance from energy trilemma perspective / ELSEVIER / 2017
- [37] Energy Market Authority / Handbook for Solar Photovoltaic (PV) Systems
- [38] NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS DEFINITIONS ACROSS EUROPE / Buildings Performance Institute Europe (BPIE) / 2015
- [39] Jesse Dean and Otto VanGeet, Scott Simkus, Mark Eastment / Design and Evaluation of a Net Zero Energy Low-Income Residential Housing Development in Lafayette / National Renewable Energy Laboratory / Colorado / 2012
- [40] Giulia Paoletti \*, Ramón Pascual Pascuas, Roberta Perneti and Roberto Lollini / Zero Energy Buildings: An Overview of the Main Construction Features across Europe / MDPI / 2017
- [41] Jin-Hee Kim 1,†, Ha-Ryeon Kim 2,† and Jun-Tae Kim sustainability / Analysis of Photovoltaic Applications in Zero Energy Building / 2015
- [42] Andreas Hermelink, Sven Schimschar, Thomas Boermans, Lorenzo Pagliano, Paolo Zangheri, Roberto Armani, Karsten Voss, Eike Musall / Towards nearly zero-energy buildings / Ecofys / 2013

- [43] Hans Erhorn Heike Erhorn-Kluttig / Selected Examples of Nearly Zero-Energy Buildings / 2014
- [44] Affordable Zero Energy Construction & Design in 12 steps / Zero Energy Projects
- [45] <https://i.pinimg.com/564x/ee/56/bd/ee56bd029dcc2ed75ce7cf9235cb88b9.jpg>
- [46] <https://i.pinimg.com/564x/df/2d/8f/df2d8ff62a42e5a9b44c3f5aaae72c50.jpg>
- [47] <https://www.intechopen.com/media/chapter/63514/media/F8.png>
- [48] <https://www.intechopen.com/media/chapter/63514/media/F9.png>
- [49] <https://i.pinimg.com/564x/f2/25/23/f22523866aa75141f1f42ac04450d67d.jpg>
- [50] <https://i.pinimg.com/564x/79/42/40/7942403f9ab95218e4b18e5ada7ce6dc.jpg>
- [51] <https://i.pinimg.com/564x/b8/a9/2b/b8a92b074bc86276ce58099b42c9d73e.jpg>
- [52] <https://i.pinimg.com/564x/38/ec/08/38ec083f8c9de46d52e2b7f1101bdce5.jpg>
- [53] <https://i.pinimg.com/564x/84/5d/e1/845de1c1ee5d0f2c333d66c27cf2df99.jpg>
- [54] <https://www.energontexniki.gr/img/38d32d96c9adb3ccccf0e286aa08123cpp39.jpg>
- [55] [https://www.technomorfi.gr/products\\_img/tcache/thumb\\_fplrg\\_275\\_470x670\\_1463652625\\_0\\_Symvatiki-Monosi-Taratsas-Mi-Vato-Doma.jpg](https://www.technomorfi.gr/products_img/tcache/thumb_fplrg_275_470x670_1463652625_0_Symvatiki-Monosi-Taratsas-Mi-Vato-Doma.jpg)
- [56] <https://i.pinimg.com/564x/21/75/bd/2175bd5fa945853ee058b483325282cc.jpg>
- [57] <https://i.pinimg.com/564x/ee/1a/c4/ee1ac4c12b484653895bc77cbc1baeff.jpg>
- [58] <https://i.pinimg.com/564x/65/7b/a6/657ba6c786cdb3e160858652d179f893.jpg>
- [59] [https://www.xanthipress.gr/wp-content/uploads/2012/01/window-graphic\\_gr.gif](https://www.xanthipress.gr/wp-content/uploads/2012/01/window-graphic_gr.gif)
- [60] [https://www.monodomiki.gr/UserFiles/image/THERMOGEFYRES/thermobridge%20\(3\)%20trans.png](https://www.monodomiki.gr/UserFiles/image/THERMOGEFYRES/thermobridge%20(3)%20trans.png)
- [61] <https://i.pinimg.com/564x/e5/e2/78/e5e27852176d37d4eaa6c012b1edbc24.jpg>
- [62] [http://wp.cienciaycemento.com/wp-content/uploads/2011/05/trombe\\_wall.gif](http://wp.cienciaycemento.com/wp-content/uploads/2011/05/trombe_wall.gif)
- [63] <http://www.greenspec.co.uk/images/web/design/passivesolar/thermal-mass-winter.png>
- [64] [https://www.bca.gov.sg/zeb/images/officeoffutue\\_clip\\_image003.jpg](https://www.bca.gov.sg/zeb/images/officeoffutue_clip_image003.jpg)
- [65] <http://imaginationssolar.com/oldsite/systems/pics/sys5v3.gif>
- [66] [http://www.emiliobattisti.com/zeb/images/immagine14\\_g.gif](http://www.emiliobattisti.com/zeb/images/immagine14_g.gif)

- [67] [http://www.emiliobattisti.com/zeb/images/immagine13\\_g.gif](http://www.emiliobattisti.com/zeb/images/immagine13_g.gif)
- [68] [https://www.rs-online.com/designspark/rel/assets/dsauto/temp/uploaded/Fuel\\_Cell\\_blog\\_1.PNG](https://www.rs-online.com/designspark/rel/assets/dsauto/temp/uploaded/Fuel_Cell_blog_1.PNG)
- [69] <https://www.imeche.org/images/default-source/articles/ene-farm-dia-2-mp?sfvrsn=0>
- [70] [http://www.h2susbuild.ntua.gr/images/Objectives\\_01.jpg](http://www.h2susbuild.ntua.gr/images/Objectives_01.jpg)
- [71] M. Goldstein, D. Pearlmuter, E. Gal / SUMMARY OF CURRENT STATE OF THE ART ON NEAR ZERO ENERGY SETTLEMENTS IN EUROPE / Achieving near Zero and Positive Energy Settlements in Europe using Advanced Energy Technology
- [72] Atsushi Kurosawa / The Institute of Applied Energy (IAE) / JAPAN
- [73] [https://si.wsj.net/public/resources/images/FT-AA334\\_STOREf\\_9U\\_20170519145707.jpg](https://si.wsj.net/public/resources/images/FT-AA334_STOREf_9U_20170519145707.jpg)
- [74] <https://i.pinimg.com/564x/c2/6b/8d/c26b8daa0e71c5a0c0f5557511cb1775.jpg>
- [75] <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/eikones/biomass5.gif>
- [76] <https://i.pinimg.com/564x/72/73/04/7273041c67c3b4aa209bec89b2ef5f8b.jpg>
- [77] <https://i.pinimg.com/564x/bb/8b/a8/bb8ba8488dbaea71f0b0e5e3f8f6eb83.jpg>
- [78] <https://i.pinimg.com/564x/73/a5/e2/73a5e21fc447157a3f96c750f5e8308a.jpg>
- [79] Matthias Buck, Andreas Graf, Dr. Patrick Graichen / European Energy Transition 2030: The Big Picture / Agora Energiewende / 2019
- [80] Hiroshi Yoshino / DEVELOPMENT OF ZERO ENERGY BUILDINGS IN JAPAN -Dream and reality / 2015
- [81] Passive House Institute / Darmstadt | Germany
- [82] Piyush Sharma, Sakshi Gupta / Passive Solar Technique Using Trombe Wall – A Sustainable Approach / Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE) / IOSR / 2016
- [83] Jørn Stene, Maria Justo Alonso, Øystein Rønneseth, Laurent Georges / State-of-the-Art Analysis of Nearly Zero Energy Buildings / SINTEF / 2018
- [84] Qingsong Ma ID , Hiroatsu Fukuda, Takumi Kobatake, Myonghyang Lee / Study of a Double-Layer TrombeWall Assisted by a Temperature-Controlled DC Fan for Heating Seasons / sustainability/ 2017
- [85] Dr Cosmin Ticleanu / Aiming to achieve net zero energy lighting in buildings / bre / 2014
- [86] Οδυσσέας Χαλατσάκος / Αποθήκευση Ηλεκτρικής Ενέργειας: Τεχνολογίες και ρυθμιστικό πλαίσιο / Διπλωματική Εργασία / ΔΠΜΣ / ΔΙΚΑΙΟ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ /



[87] Cassandra L. Thiel, Nicole Champion, Amy E. Landis, Alex K. Jones, Laura A. Schaefer, Melissa M. Bilec / A Materials Life Cycle Assessment of a Net-Zero Energy Building / energies/ 2013

[88] Γ. Τσιλιγκιρίδης, Γ. Μαρτινόπουλος, Α. Παπαδημητρίου / Ινστιτούτο Ηλιακής Τεχνικής / 11ο Εθνικό Συνέδριο του Ι.Η.Τ. για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας / 2018

[89] Jennifer Todd / Analysis of the Net Zero Energy Home Industry / Creating the Clean Energy Economy / International Economic Development Council / 2013

[90] Kasparas Pajarskas / Achieving a nearly zero-energy building (nZEB) status for a residential house in Finland / Bachelor's thesis / South – Eastern Finland / University of Applied Sciences / 2017

[91] SUPER LOW ENERGY BUILDING TECHNOLOGY ROADMAP / Building and Construction Authority (BCA) / 2018

[92] ΕΚΘΕΣΗ ΒΑΣΕΙ ΤΟΥ ΑΡΘΡΟΥ 7, ΠΑΡΑΓΡΑΦΟΣ 9 ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2012/27 / ΕΕ, ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ, ΤΗΝ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ 2009/125 / ΕΚ ΚΑΙ 2010 / 30 / ΕΕ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΡΤΗΣΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ 2004 /8 / ΕΚ ΚΑΙ 2006 /32 / ΕΚ / ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ / ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ / ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ / ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ / 2013

[93] Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας / ΤΕΕ / 2013

[94] Raphael Bointner / NEARLY ZERO-ENERGY BUILDING STRATEGY/ ZEBRA 2020 / 2016

[95] Adam Hinge / IPEEC Building Energy Efficiency Taskgroup /Zero Energy Building Definitions and Policy Activity/ 2018



[96] <http://worldenergynews.gr/index.php?id=27557>

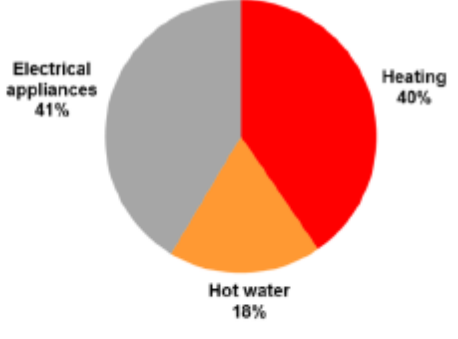
6

## **Παραρτήματα**

Κατασκευές κτηρίων ανά τον κόσμο με υψηλή ενεργειακή απόδοση με όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους [43].

## Austria

<b>4.1.1 Passive House Ebner</b>					
Author(s):	Wolfgang Jilek, Energy Commissioner of Styria				
Illustration:					
Project aim:	The house is built to meet the <i>passive house</i> standard, using solar thermal panels. The main focus was on the use of environmental building materials like straw, wood and loam rendering and a high contribution by the owner to the construction of the building.				
Building address:	Am Eichengrund 16, 8111 Judendorf-Straßengel				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Single-family house with a small integrated office				
Building size:	160 m <sup>2</sup> net floor area, 216 m <sup>2</sup> gross floor area				
Building envelope construction:	The walls and the roof are made of 70 cm straw bales between wood frame construction, the windows have triple glazing and the floor consists of 50 cm foam-glass gravel fill under a concrete base plate.				
Building envelope U-values:	Wall	0.065 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.86 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.065 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The house is heated by a wood-pellet stove. It has a mechanical ventilation system with 86% heat recovery. The demand of hot water is mostly covered by solar panels.				
Included renewable energy technologies:	Heating system with wood pellets and solar thermal panels (8 m <sup>2</sup> ) for DHW production.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	OIB 2011
	Measured		Monitored in year:	Not yet monitored. Finished in 2014.
	Heating		16.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	 <p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 40% (red), followed by Electrical appliances at 41% (grey), and Hot water at 18% (orange).</p>
	Hot water		7.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		incl. in electrical appliances	
	Lighting		incl. in electrical appliances	
	Electrical appliances (household electricity)		16.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Total		39.7 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use/CO <sub>2</sub> emissions:	Total primary energy		85.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total CO <sub>2</sub> emissions		10.4 kg/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	About 48% of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	About 42%	Compared to:	Maximum final energy demand according to OIB 2011	
Experiences/ lessons learned:	The challenge with this house was using straw in the building construction. The owner wanted to significantly contribute to the construction of the building. Thus, at the end, his degree of satisfaction and personal fulfilment satisfaction with the house is very high.			
Costs:	The building costs were about 300,000 € (1,875 €/m <sup>2</sup> net floor area) but this does not include the work of the house owner.			
Funding:	Subsidies of the Styrian government including a bonus for building a passive house and for the <i>klima:aktiv</i> declaration.			
Marketing efforts:	<i>klima:aktiv</i> declaration			
Links to further information:	<a href="http://strohundlehm.at">http://strohundlehm.at</a>			

#### 4.1.2 Messequartier



Author(s): Wolfgang Jilek, Energy Commissioner of Styria

Illustration:



**Project aim:** The complex is built to meet the *passive house* standard. The main focus was to offer a mix of various common spaces (like service areas, a nursery, and student and senior dwellings) in a central location and a lot of open areas. This report only describes the multi-family section of the complex.

**Building address:** Klosterwiesgasse 101-103 and Münzgrabenstr. 84, 8010 Graz

<b>Building type:</b>	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	

Multi-family apartment building

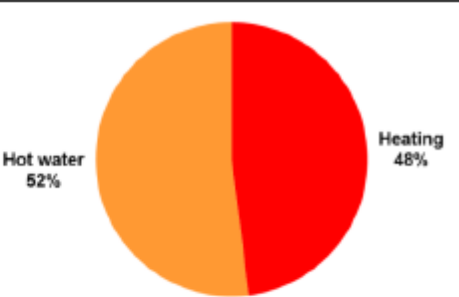
**Building size:** 21,000 m<sup>2</sup> net floor area

**Building envelope construction:** The house has a massive construction with insulated brick walls. The roof and the cellar ceiling consist of reinforced concrete, the windows have triple glazing.

<b>Building envelope U-values:</b>	Wall	0.18 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	0.8 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.11 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.11 W/m <sup>2</sup> .K

**Building service systems:** The house is heated by district heating. It has a mechanical ventilation system with 75% heat recovery. The demand of hot water is partially covered by 700 m<sup>2</sup> solar thermal panels on the roof.


**Included renewable energy technologies:** Solar thermal panels (700 m<sup>2</sup>) are used for heating the hot water and as support for heating. A heat pump is used as preheating of the incoming air of the mechanical ventilation system.

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	OIB 2007
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		14.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Hot water		15.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		incl. in heating	
	Lighting		Unknown	
	Electrical appliances (household electricity)			
Total		30.1 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Total:		45.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	About 52% of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	About 43%	Compared to:	Maximum final energy demand according to OIB 2007	
Experiences/ lessons learned:	The satisfaction of the residents is very high. The infrastructure and the equipment are good and the mix of use is well accepted. The swimming pool with wellness area on the top floor, which is free to use for all residents, is a large plus.			
Costs:	The building costs were about 57 million € for the entire estate.			
Funding:	Subsidies of the Styrian government including a bonus for building a passive house and for the <i>klima:aktiv</i> declaration.			
Marketing efforts:	<i>klima:aktiv</i> declaration			
Awards:	Award for Architecture and Sustainability			
Links to further information:	<a href="http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/staatspreis/staatspreis2012">http://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/staatspreis/staatspreis2012</a> <a href="http://www.zement.at/Service/literatur/fileupl/05_12_wohnanlage_messequartier_graz.pdf">http://www.zement.at/Service/literatur/fileupl/05_12_wohnanlage_messequartier_graz.pdf</a>			

## 2.6.2 Belgium Flemish Region

#### 4.2.1 De Duurzame Wijk, Waregem



Author(s):	Maarten de Grootte, Flemish Energy Agency (VEA) Involved organisations: Wienerberger, 3E nv				
Illustration:					
Project aim:	Research about the affordability of NZEB-dwellings: Passive building envelope, 100% renewable energy coverage of the primary energy use for heating, DHW and electrical auxiliary use.				
Building address:	Zultseweg 7, 8790 Waregem, Flanders, Belgium				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	7 individual dwellings with a small private garden and a large communal garden.				
Building size:	Total dwelling size (gross): 194 m <sup>2</sup> for the corner houses and 188 m <sup>2</sup> for the central houses. Heated floor area: ca. 150 m <sup>2</sup>				
Building envelope construction:	The building consists of brick walls and concrete floor slabs. All walls have a thickness of 14 cm, plus 24 cm of mineral wool for the outer walls. The roof is a wooden construction with 36 cm of mineral wool. The target for air tightness is 1.5 vol/h or 2.5 m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> at 50 Pa pressure difference. The windows have a wooden frame and triple glazing.				
Building envelope U-values:	Wall	0.12 - 0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.78 W/m <sup>2</sup> .K (U <sub>glazing</sub> = 0.6 W/m <sup>2</sup> .K)			
	Roof/ceiling to the attic	0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.10 W/m <sup>2</sup> .K			
	Wall between 2 dwellings	0.35 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof window	1.01 W/m <sup>2</sup> .K (U <sub>glazing</sub> = 0.5 W/m <sup>2</sup> .K)			
Building service systems:	<p>Heating: gas boiler (12 kW) with floor heating in the kitchen and living area. The bedrooms are not equipped with a separate heating. In the bathroom, an electric towel dryer with thermostat will be installed.</p> <p>DHW: gas boiler (same as above) with 200 liter buffer storage.</p> <p>Ventilation: mechanical, supply of fresh air in dry rooms, exhaust in wet rooms, with heat recovery (min. 85%)</p> <p>Cooling: a number of measures were part of the design to make active cooling unnecessary, including a big structural louvre on the south façade.</p> <p>Lighting: up to buyers/tenants. All communal lighting will be according to BREEAM standards.</p>				



Included renewable energy technologies:	All possible renewable energy technologies were studied (heat pumps, biomass boilers, PV panels, solar thermal panels and collective installations of all these technologies for the 7 dwellings. A Life Cycle Cost Analysis study led to 3 possible and more or less equal choices in renewable energy systems: 1. a collective biomass boiler for the 7 dwellings 2. an optimally insulated dwelling with participation in renewable energy systems in the region (no production on site). 3. gas boiler + PV system (3.8 kW <sub>p</sub> ): for a number of practical reasons mainly linked to the preference of the real estate developer, this was the implemented solution.				
Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	VE (Virtual Environment)	
	Measured		Monitored in year:	Monitoring over 3 years will start when construction is finished	
	Heating		8.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the final energy use breakdown. The segments are: Heating (15%, red), Hot water (40%, orange), Electrical appliances (32%, green), and Ventilation + pumps (13%, grey).</p>	
	Hot water		22.0 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation + pumps		7.0 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		incl. in electrical appliances		
	Electrical appliances (household electricity) incl. lighting		(18.0 kWh/m <sup>2</sup> .year) -> not taken into account in calculation of NZEB energy		
	PV production		-22.0 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total gas		30.5 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total electricity		-15.0 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total final energy		15.5 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Gas		31 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 1
	Grid electricity		18 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 2.5
	PV production		-55 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: -2.5	
	Total		-6 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	59% of the total final energy (112% of primary energy)				
Improvement compared to national requirements:	78%	Compared to:	Current requirement is E60 + PV production of 7 kWh/m <sup>2</sup> .year habitable space: this building is E13 + PV production of 22 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Costs:	Difference in initial investment cost (CAPEX) compared to current legislation (E60 + RE): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reference building = 242,000 €</li> <li>• NZEB (with collective biomass heating) = reference + 6% (14,500 €)</li> <li>• NZEB (with participation and condensing boiler) = reference + 6% (14,300 €)</li> <li>• NZEB (with PV and condensing boiler) = reference + 8% (18,900 €)</li> </ul> Difference in net present value (NPV) over 30 years according to current legislation: <ul style="list-style-type: none"> <li>• NZEB (with collective biomass heating) = reference - 7,100 €</li> <li>• NZEB (with participation and condensing boiler) = reference - 7,300 €</li> <li>• NZEB (with PV and condensing boiler) = reference - 11,000 €</li> </ul>				
Marketing efforts:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BREEAM Excellent certificate will be obtained for the design and the post construction phase</li> <li>• The project is widely known in the Belgian press</li> <li>• Series of lectures about the project and lessons learned for architects, developers, constructors, etc.</li> </ul>				
Awards:	A BREEAM Excellent for both the design and post-construction phases.				
Links to further information:	<a href="http://www.deduurzamewijk.be">www.deduurzamewijk.be</a> (NL/FR)				

#### 4.2.2 KBC Gooik Zero Energy Office



Author(s):	Maarten de Grootte, Flemish Energy Agency (VEA) Involved organisations: Ingenium, KBC				
Illustration:					
Project aim:	The initial aim for the project was a low-energy bank office, whose concept could be used as an example for other KBC bank offices. During the building process, the aim became to build a (Nearly) Zero Energy bank office.				
Building address:	Edingssteenweg, 1755 Gooik				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
	Office building				
Building size:	265 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	The building has high insulation and triple-glazed windows. The natural stone façade has 23 cm of extruded polystyrene (XPS), the green roof 20 cm of polyurethane (PUR) and the floor is on ground with 20 cm of XPS.				
Building envelope U-values:	Wall	0.20 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.87 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.18 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The same philosophy of sustainable construction has been extended to the technical installations of the building. Therefore, concrete core activation, among others, is applied as the most important delivery system for heating and cooling. The lighting is completely operated by presence detection and daylight-based control.				
Included renewable energy technologies:	The necessary cold and heat is integrally generated by borehole thermal energy storage (BTES) in combination with a heat pump. A photovoltaic installation on the roof ensures the production of the necessary electricity.				

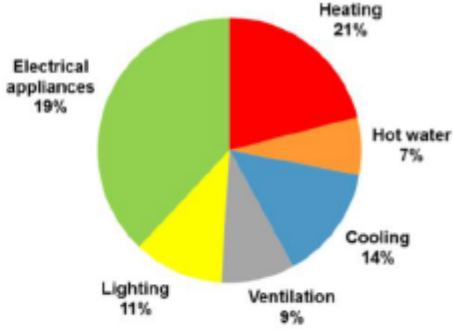
Final energy use:	Calculated		Calculation method:	
	Measured	X	Monitored in year:	2013
	Heating		14.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>ATMs 26%</p> <p>Heating + ventilation + cooling 28%</p> <p>Lighting 7%</p> <p>Electrical appliances 39%</p>
	Hot water		incl. in electrical appliances	
	Cooling		incl. in heating	
	Ventilation		incl. in heating	
	Lighting		33.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances		41.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cash dispensers		27.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		116.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
PV generated electricity		-89.7 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Grid electricity		291.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	PV electricity		-224.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: -2.5
	Total		66.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	77% of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	99%	Compared to:	Maximum primary energy use (maximum energy level 100). This building is energy level 1.	
Experiences/ lessons learned:	<p>This is clearly a success story. The overall consumption of the building is almost fully covered by photovoltaic panels and the users are very pleased with the indoor climate.</p> <p>The originally installed fixed sun blinds did not prevent reflections on the computer screens. New sun blinds have been installed, which together with the good orientation of the building solved the problem.</p>			
Costs:	Total cost: 1,411,903 € (5,328 €/m <sup>2</sup> ), which includes construction, technical installation, furniture, cleaning, etc.			
Marketing efforts:	<p>Internal communication via Intranet (about 14,000 employees)</p> <p>Big posters on the windows of the new building</p> <p>Newspaper article "Het Laatste Nieuws" concerning the opening (published on 13 December 2012)</p>			
Awards:	2020 Challenge 2013			
Links to further information:	<a href="http://ingenium.be/benl/site/references-detail.aspx?vPK=339&amp;k=&amp;page=33">http://ingenium.be/benl/site/references-detail.aspx?vPK=339&amp;k=&amp;page=33</a> <a href="http://www.2020challenge.be/project.asp?id=66">http://www.2020challenge.be/project.asp?id=66</a> <a href="http://www.architectura.be/nl/newsdetail.asp?id_tekst=4337&amp;content=Publiekswin%20naar%202020%20Challenge%20-%20KBC%20Nulenergiekantoor">http://www.architectura.be/nl/newsdetail.asp?id_tekst=4337&amp;content=Publiekswin naar%202020%20Challenge%20-%20KBC%20Nulenergiekantoor</a>			

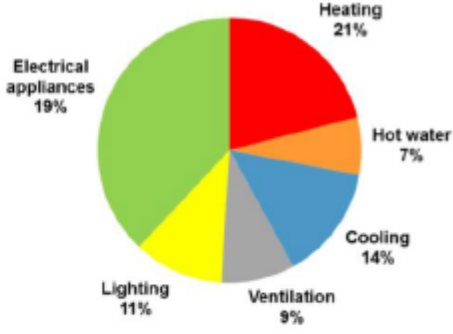
### 2.6.3 Bulgaria

### 4.3.1 Technical University - Sofia, University Research Centre



Author(s):	Prof. Nikola Kaloyanov, Technical University - Sofia Prof. Merima Zlateva, Technical University - Sofia				
Illustration:					
Project aim:	Improving the university infrastructure, improving the building energy performance by no less than 45% when compared to the current norms.				
Building address:	8 Climent Ohridski blvd., blok 8, Sofia 1000				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X			X
	University research centre building				
Building size:	1,630 m <sup>2</sup> built-up area (total gross floor area)				
Building envelope construction:	Walls: concrete and brick with thermal insulation Roof: flat, unheated space, thermal insulation of 100 mm of mineral wool Windows: PVC frames with double glazing				
Building envelope U-values:	Wall	0.35 W/m <sup>2</sup> .K (717 m <sup>2</sup> )			
	Window	1.7 W/m <sup>2</sup> .K (432 m <sup>2</sup> )			
	Roof/ceiling to the attic	0.26 W/m <sup>2</sup> .K (425 m <sup>2</sup> )			
	Cellar ceiling/ground slab	0.56 W/m <sup>2</sup> .K (425 m <sup>2</sup> )			
Building service systems:	Heating: ambient-based variable refrigerant flow (VRF) heat pump Cooling: VRF based system Ventilation: ambient air-based heat pump and heat recovery unit, including heating and cooling Hot water: local electrical heaters Low-energy lighting system				
Included renewable energy technologies:	Heating: ambient-based VRF heat pump with seasonal COP = 4 Ventilation: ambient-based heat pump with seasonal COP = 4 (in cooling mode 4.5) and heat recovery unit, with seasonal efficiency of 75% (heating mode)				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National standard BDS EN ISO 13790 - national simulation tool	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		5.40 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 16.2 kWh/m <sup>2</sup> .year = 21.60 kWh/m <sup>2</sup> .year)		
	Hot water		1.90 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		3.65 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		2.23 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 11.2 kWh/m <sup>2</sup> .year = 13.43 kWh/m <sup>2</sup> .year) including heating and cooling		
	Lighting		2.80 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances		10.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		15.98 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 27.40 kWh/m <sup>2</sup> .year + appliances 10.00 kWh/m <sup>2</sup> .year)		
Primary energy use:	Electricity		47.94 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 3
	Total		47.94 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	63.2% of the total final energy (51.3% of the total final energy including appliances)				
Improvement compared to national requirements:	77.6%	Compared to:	Annual final energy consumption (with district heating), according to the national requirements defined by the Ordinance for heat retention and energy efficiency in buildings (updated in 2009)		
Costs:	Total costs for the building retrofit: 62,000 € for the building envelope + 150,000 € for the HVAC systems, lighting and DHW				
Funding:	Operative program "Regional development", National Research Found				
Links to further information:	Report for the Operative program "Regional development", 2012 Report for the National Research Found, 2013 (Contact: Prof. N. Kaloyanov, Technical University of Sofia)				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National standard BDS EN ISO 13790 - national simulation tool	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		5.40 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 16.2 kWh/m <sup>2</sup> .year = 21.60 kWh/m <sup>2</sup> .year)		
	Hot water		1.90 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		3.65 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		2.23 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 11.2 kWh/m <sup>2</sup> .year = 13.43 kWh/m <sup>2</sup> .year) including heating and cooling		
	Lighting		2.80 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances		10.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		15.98 kWh/m <sup>2</sup> .year (+RES 27.40 kWh/m <sup>2</sup> .year + appliances 10.00 kWh/m <sup>2</sup> .year)		
Primary energy use:	Electricity		47.94 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 3
	Total		47.94 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	63.2% of the total final energy (51.3% of the total final energy including appliances)				
Improvement compared to national requirements:	77.6%	Compared to:	Annual final energy consumption (with district heating), according to the national requirements defined by the Ordinance for heat retention and energy efficiency in buildings (updated in 2009)		
Costs:	Total costs for the building retrofit: 62,000 € for the building envelope + 150,000 € for the HVAC systems, lighting and DHW				
Funding:	Operative program "Regional development", National Research Found				
Links to further information:	Report for the Operative program "Regional development", 2012 Report for the National Research Found, 2013 (Contact: Prof. N. Kaloyanov, Technical University of Sofia)				

## 2.6.4 Croatia

#### 4.4.1 Multifamily building Lenišće East; “Šparna hiža”



**Author(s):** Nada Marđetko Škoro, Croatian Ministry of Construction and Physical Planning  
 Ivana Banjad Pečur, University of Zagreb, Faculty of Engineering  
 Investor: Agencija za društveno poticanu stanogradnju grada Koprivnice, Koprivnica  
 Designer: Tehnika projektiranja d.o.o.  
 Contractor: Tehnika d.d.



**Project aim:** The building was planned and constructed to meet the requirements for energy performance class A with less than 15 kWh/m<sup>2</sup>.year for heating.

**Building address:** Zvonimira Goloba 1,48 000 Koprivnica

<b>Building type:</b>	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
Multi-family house					

**Building size:** 1,539 m<sup>2</sup> net usable floor area (28 apartments, basement, ground floor and three floors with a ground area of 612 m<sup>2</sup>)

**Building envelope construction:** The structural walls are reinforced concrete, 20 cm thick, or brick masonry block 25 cm thick. The building envelope is thermally insulated with stone wool of 20 cm thickness for concrete walls and 15 cm for brick walls. The roof is flat, made out of 20 cm concrete and thermally insulated with 30 cm of XPS. The PVC windows are made with triple low e-coated glazing filled with argon, mounted according to RAL installation. (RAL is a German quality assurance association of windows and front door producers, which publish guidelines for correct window installations.)

<b>Building envelope U-values:</b>	Wall	0.19 W/m <sup>2</sup> .K (concrete wall) - 0.22 W/m <sup>2</sup> .K (brick wall); allowed U <sub>max</sub> = 0.45 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	0.99 W/m <sup>2</sup> .K; allowed U <sub>max</sub> = 1.80 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.10 W/m <sup>2</sup> .K; allowed U <sub>max</sub> = 0.30 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling	0.21 W/m <sup>2</sup> .K; allowed U <sub>max</sub> = 0.50 W/m <sup>2</sup> .K
	Ground slab	0.13 W/m <sup>2</sup> .K; allowed U <sub>max</sub> = 0.50 W/m <sup>2</sup> .K

**Building service systems:** Heating and cooling are provided by an underfloor system using the same pipes for both heating and cooling. Heating is generated by a compact heat pump with COP = 2.8 (90%) or by boilers using natural gas (10%). Each apartment has its own energy meters. The ventilation system runs constantly to supply 0.5 air changes per hour of the entire volume of the apartment. The waste air heat is taken through a high performance energy recuperation system. Hot water is primarily generated by solar thermal collectors, and, if necessary, complemented by gas boilers.

Included renewable energy technologies:	Solar energy for centralised DHW preparation: solar thermal collectors on the roof of the building, connected to the DHW storage tank with a volume of 4,000 liter. The system is designed to use primarily solar energy for hot water generation, with gas boilers as support.			
Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	HRN EN ISO 13790/PHP 2009
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		14.95 kWh/m <sup>2</sup> .year (~ 10% gas boiler, 90% el. heat pump)	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use across different building systems. The largest portion is Hot water at 33%, followed by Electrical appliances at 25%, Cooling at 18%, Heating at 17%, Ventilation at 5%, and Lighting at 2%.</p>
	Hot water		29.10 kWh/m <sup>2</sup> .year (50% solar energy)	
	Cooling		15.65 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		4.17 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		1.69 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		65.56 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Electrical appliances (household electricity)		21.54 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Electricity		78.95 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Natural gas		17.65 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1.1
	Total		96.30 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	22% (solar thermal energy) of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	78%	Compared to:	Maximum heating energy demand allowed for new buildings	
Experiences/ lessons learned:	<p><b>Positive:</b> A higher quality than prescribed by the national legislation with the aim of improving quality of life, including renewable energy, and considering environmental protection is possible at an affordable price for the users.</p> <p><b>Problematic:</b> The project showed insufficient experience of the workforce regarding the application of new technology (e.g. RAL installation of windows), quality of works (e.g., airtightness of the envelope) and a lack of information on how the building service system works under real conditions. The users showed insufficient awareness and a lack of knowledge of using such systems.</p>			
Costs:	Costs of land, design, construction and supervision amount to 11,485,000.00 HRK (~ 1,500,000.00 €) for 1,644.00 m <sup>2</sup> (28 apartments). There were no additional costs for the A <sup>+</sup> energy class type of building compared to a standard quality building.			
Funding:	The City of Koprivnica, the investor of the project, has also spent funds in a public awareness campaign, yet the money spent was relatively modest compared to the media attention that followed the construction and promotion.			
Marketing efforts:	The two multifamily buildings 'Šparne hiže', energy class A <sup>+</sup> , are unique in Croatia. Marketing efforts were aimed at informing the public of the advantages of low-energy buildings through public lectures, debates, articles in print media and broadcasts on TV.			
Awards:	<ul style="list-style-type: none"> <li>ManagEnergy award winner, 'The bold new face of Koprivnica' (European Commission, EACI, Sustainable energy week 24.-28. June 2013.);</li> <li>Recognition for best practice in local government in the energy efficiency category (IN PLUS, Association of Croatian cities)</li> </ul>			
Links to further information:	<a href="http://www.apos-koprivnica.hr">www.apos-koprivnica.hr</a>			

## 2.6.5 Denmark



#### 4.5.1 Sems Have, Roskilde, Denmark



Author(s): Kirsten Engelund Thomsen, SBI, AAU Copenhagen

Illustration:



Project aim: Renovation and transformation of a dormitory/day-care centre into 30 low-energy apartments: Improved thermal envelope, balanced mechanical ventilation system with heat recovery, improved architecture and PV. Danish Building class 2020 (NZEB)

Building address: Parkvej 3-5, 4000 Roskilde

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X				X

Renovation and transformation of a dormitory/day-care centre into 30 low-energy apartments. The renovation was completed in December 2013.

Building size: 3,388 m<sup>2</sup> gross floor area after renovation

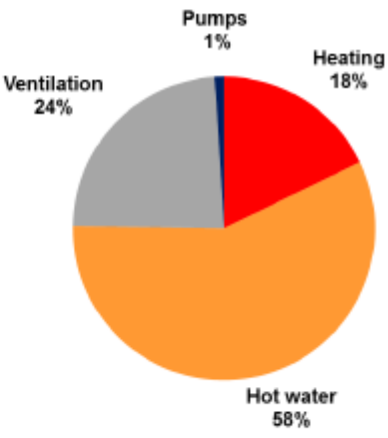
Building envelope construction: Walls: pre-fabricated, light weight, with up to 480 mm insulation  
Roof: 400 mm insulation  
Windows: three-layer low-energy glazing  
Basement floor: insulated with 100 mm expanded clay clinkers under the concrete

Building envelope U-values:	Wall	0.2 W/m <sup>2</sup> .K (87% of the wall area) - 0.3 W/m <sup>2</sup> .K (13%)
	Window	1.0 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.09 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	1.1 W/m <sup>2</sup> .K


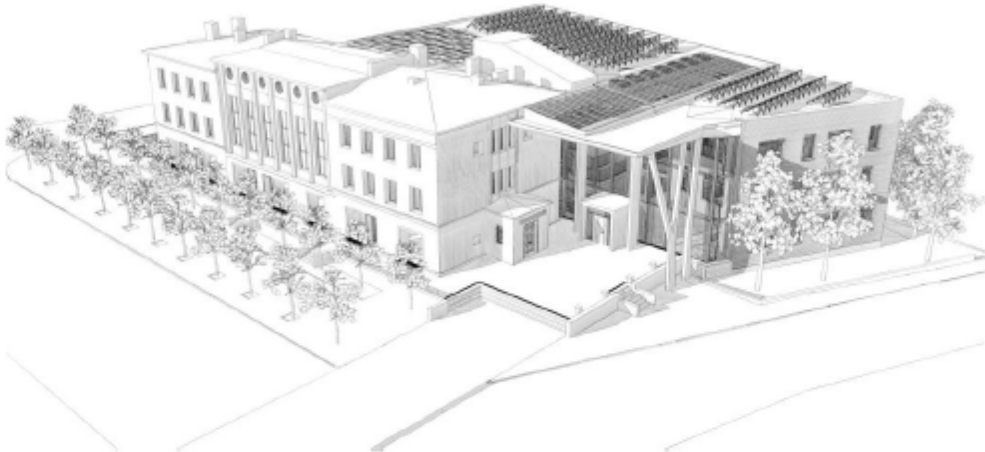
Building service systems: Heating: The building is connected to a district heating network  
Ventilation: Balanced mechanical ventilation system with a Specific Fan Power (SFP) factor of 2 J/m<sup>3</sup> and a heat recovery efficiency of 84%.

Included renewable energy technologies: Total photovoltaic (placed on both roofs): 115 m<sup>2</sup>, 17.3 kW<sub>p</sub>  

- PV on building A: 55 m<sup>2</sup> with 8.16 kW<sub>p</sub>/6,613 kWh per year.
- PV on building B: 60 m<sup>2</sup> with 9.12 kW<sub>p</sub>/7,282 kWh per year.

Final energy use/production:	Calculated	X	Calculation method:	National tool Be10
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		4.30 kWh/m <sup>2</sup> .year	 <p>The figures are the mean for the two buildings.</p>
	Hot water		14.20 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation (electricity)		5.90 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		unknown	
	Pumps (electricity)		0.14 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (household electricity)		unknown	
	Total		24.54 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electricity production by PV		3.85 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Electricity production by PV		3.85 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use/production:	District heating		11.10 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 0.6
	Electricity		11.00 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1.8
	Electricity production by PV		- 6.93 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1.8
	Overheating surcharge		1.00 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		16.17 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	16% of the total final energy (PV/total final energy). There is also renewable energy included in the district heating system.			
Improvement compared to national requirements:	70%	Compared to:	Renovated buildings in Denmark must fulfil component U-values, therefore it is not easy to derive one single value of improvement. As a new building, it would have to fulfil 53 kWh/m <sup>2</sup> .year primary energy. This is used as basis for the comparison. Danish NZEB-class is 20 kWh/m <sup>2</sup> .year primary energy. A similar non-renovated residential building would have a net space heating demand of around 150 kWh/m <sup>2</sup> .year (gross area).	
Experiences/ lessons learned:	The tenants like the buildings very much. It was challenging to change the building use. It was more cost-efficient to renovate the old building than to build a new one, and also more CO <sub>2</sub> efficient. It was challenging to fulfil the requirements for noise, PCB, lead and asbestos.			
Costs:	The rent is comparable to other apartments owned by the building association. It is not possible to compare rent before and after due to change in use.			
Funding:	The renovation was in the traditional way via loans and funding from the building association.			
Marketing efforts:	It is easy to rent out these flats: good design and size, and located near Roskilde centre.			
Awards:	Sems Have is nominated for the <i>RenoverPrisen</i> 2014			
Links to further information:	<a href="http://renover.dk/projekt/sems-have/">http://renover.dk/projekt/sems-have/</a> (in Danish) Sems Have will soon be one of the examples in the IEA Annex 56 project list: <a href="http://www.iea-annex56.org/index.aspx">http://www.iea-annex56.org/index.aspx</a>			

## 2.6.6 Estonia

<b>4.6.1 Rakvere Smart Building</b>					
Author(s):	Mikk Maivel, KredEx The building was designed by Oliver Alver.				
Illustration:					
Project aim:	The first Estonian NZEB, primary energy consumption is 60% better than the established current national requirement, and smart building automation systems are in use also.				
Building address:	Turu plats 2, Rakvere, Estonia				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
	Office building				
Building size:	2,170 m <sup>2</sup> gross floor area				
Building envelope construction:	Double façade, load-bearing structure of prefabricated concrete elements with polyurethane insulation. Typical roof construction with hollow-core slab and 500 mm insulation. Windows are made with wooden-aluminium frames and triple glazing.				
Building envelope U-values:	Wall	0.07 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.8 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.08 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.14 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Heating is generated by the local district heating system and delivered by low-temperature radiators. The building has mechanical supply-extract ventilation systems with heat recovery (Variable Air Volume (VAV) and Constant Air Volume (CAV) systems). Hot water is also generated by the district heating. To prevent overheating, the building uses a high-temperature passive cooling system based on open energy piles connected to the ground water. The cooling delivery system consists of chilled beams in rooms.				
Included renewable energy technologies:	Energy piles are connected to the ground water for passive cooling and a 33.8 kW photovoltaic system.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National standard and dynamic simulation tool	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		39.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 46%, followed by Electrical appliances at 22%, Lighting at 12%, Ventilation at 11%, Hot water at 8%, and Cooling at 1%. A separate category for PV generated electricity is shown as -13.3 kWh/m<sup>2</sup>.year, which is not represented in the pie chart as it is a negative value.</p>	
	Hot water		6.9 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.6 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		9.8 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		10.5 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances		19.1 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		86.3 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	PV generated electricity		-13.3 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	District heating		41.7 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 0.9
	Electricity		56.2 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 2
	Total		97.9 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	23% of the total final energy				
Improvement compared to national requirements:	60%	Compared to:	Minimum requirement for energy performance is 160 kWh/m <sup>2</sup> .year (defined in the Estonian energy act "Minimum requirements for energy performance of August 2012")		
Experiences/ lessons learned:	Due to the financial constraints, several conceptual changes were made during the planning process in order to remain within budget, and initial expectations had to be lowered. This meant that some of the technical solutions were replaced with cheaper and less effective ones.				
Costs:	Costs include planning and construction. Additional equipment and monitoring appliances are also included. The additional costs compared to a regular building are estimated to be around 5-10%.				
Funding:	The funding is provided by EU regional funds for the development of regional competence centres in Estonia. The main co-funder of the project is the Rakvere Municipality. Additional contributions are expected from private sector.				
Marketing efforts:	The building will be used as a test and demonstration building for intelligent and automated building systems and is expected to serve as a test base for regional and national research institutions.				
Links to further information:	<a href="http://www.rakveretarkmaja.ee/">http://www.rakveretarkmaja.ee/</a>				

## 2.6.7 Finland

### 4.7.1 Järvenpää Zero Energy House



Author(s): Riikka Holopainen, Miimu Airaksinen, VTT

Illustration:



Project aim: First nearly zero-energy house in Finland

Building address: Jampankaari 4 ED, Järvenpää

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
A home for elderly people					

Building size: 2,124 m<sup>2</sup> gross floor area

Building envelope construction: Sandwich structure concrete walls with 300 mm SPU (polyurethane) insulation

Building envelope U-values:	Wall	0.08 W/m <sup>2</sup> K
	Window	0.76 W/m <sup>2</sup> K
	Roof/ceiling to the attic	0.07 W/m <sup>2</sup> K
	Cellar ceiling/ground slab	0.10 W/m <sup>2</sup> K

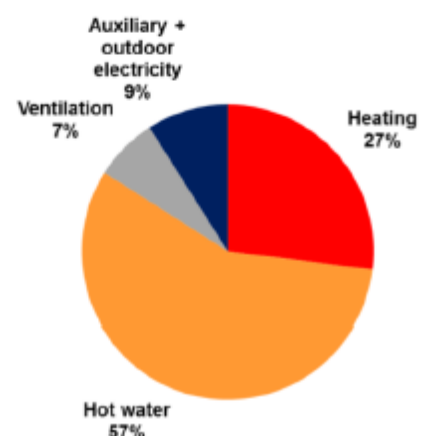
Building service systems: Water-based heating system, low-energy lighting, mechanical supply and exhaust ventilation system with heat recovery.

Included renewable energy technologies: Solar thermal collectors, solar electricity (PV) and geothermal heating.

Final energy use: Calculated X Calculation method: VTT House simulation tool

Measured Monitored in year: -


Heating	12 kWh/m <sup>2</sup> .year
Hot water	25 kWh/m <sup>2</sup> .year
Cooling	0 kWh/m <sup>2</sup> .year
Ventilation	3 kWh/m <sup>2</sup> .year
Lighting	Unknown
Electrical appliances (household electricity)	Unknown
Auxiliary + outdoor electricity	4 kWh/m <sup>2</sup> .year
Total	44 kWh/m <sup>2</sup> .year



Primary energy use:	Total	No data available	Primary energy requirements were introduced after the building permit was given.
Renewable energy contribution ratio:	100% of the total final energy (the excess energy during summer is sold to nearby house compensating the district heating consumption during winter)		
Improvement compared to national requirements:	~ 50%	Compared to:	Requirements in National Building Code of Finland, part D3
Experiences/ lessons learned:	Ground source heating was originally used without heat pump for pre-heating of the warm service water. A heat pump was later installed. It is important to sufficiently cool the inverter room of the solar system, as hot temperatures decrease the solar electricity supply rate.		
Costs:	Additional costs due to energy efficiency and renewable energy systems were roughly 400 €/m <sup>2</sup> or 15% higher than typical new elderly homes, according to the Finnish energy requirements for new buildings. Re-use of the concept is expected to reduce the extra costs down to 10% when compared to typical elderly homes with the same level of services.		
Funding:	A long-term interest-subsidised loan		
Awards:	Most environmentally conscious apartment house 2013 Climate award of Helsinki region 2013 <i>Järvenpää</i> award for sustainable building 2011 Constructor of the year 2011 Most influential residential actor 2010		
Links to further information:	<a href="http://www.nollaenergia.fi/jarvenpaantalo.php">http://www.nollaenergia.fi/jarvenpaantalo.php</a>		

#### 4.7.2 Villa ISOVER



Author(s):	Teemu Vesanen, Miimu Airaksinen, Jari Shemeikka, VTT				
Illustration:	 <p>© Architects Tiina Antinoja and Olli Metso, Muuan Studio <a href="http://www.muuan.fi/">http://www.muuan.fi/</a></p>				
Project aim:	The building was designed based on an architectural competition for zero-energy buildings organised by Saint-Gobain ISOVER in co-operation with the architect association SAFA, <i>Rakennuslehti</i> magazine, VTT and WWF.				
Building address:	Housing fair (2013) area in Hyvinkää, Finland				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	A two-storey single-family house				
Building size:	Floor area: 195.5 m <sup>2</sup> + 21 m <sup>2</sup> storage space				
Building envelope construction:	Wall insulation with Saint-Gobain Isover Vacupad vacuum insulation product (0.007 W/m.K). The roof includes 700 mm of mineral wool and the floor is insulated with 400 mm of Styrofoam XPS on a concrete slab based construction. The windows are triple glazed.				
Building envelope U-values:	Wall	0.09 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.75 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.06 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.09 W/m <sup>2</sup> .K			
	Doors	0.6 - 0.75 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	<p>Mechanical ventilation system with heat recovery unit with 80% efficiency. Since the set-point temperature against freezing of the heat exchanger was -10°C, the yearly heat recovery efficiency rate resulted in 76% for the ventilation system.</p> <p>Heating energy is generated by a ground source heat pump and distributed by a low-exergy floor-heating system with clinker surfaces and a maximum surface temperature of 26°C.</p> <p>Lighting is designed to be LED and all household equipment is designed to have the best energy label classification A**.</p>				
Included renewable energy technologies:	<p>The main heating source is the ground source heat pump, but solar heat can also provide a share of the heating. In addition, the building has a fire place capable of storing heat in its thermal mass.</p> <p>The ground source heat pump's Seasonal Performance Factor (SPF) is 3.5 for space heating and 2.5 for DHW generation. The solar thermal collector system (6 m<sup>2</sup>) is faced southerly with an angle of 15-30 degrees.</p> <p>The surface area of the photovoltaic system is 80 m<sup>2</sup> on the southern façade of the roof and at the same angle as the solar thermal collectors. The PV system consists of 72 Copper Indium Selenide (CIS)-type thin-film modules. The system has 3 inverters, each rated for 3 kW power.</p>				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	IDA. Indoor Climate and Energy according the Finnish Building Code
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		11.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Electrical appliances at 35%, followed by Heating at 30%, Hot water at 12%, Ventilation at 13%, Lighting at 10%, and Cooling at 1%.</p>
	Hot water		4.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		4.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		4.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (incl. outdoor lighting and car heating)		13.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Total		40.4 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Electricity		68.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		68.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1.7
Renewable energy contribution ratio:	100% of the total final energy (annual balance)			
Improvement compared to national requirements:	66%	Compared to:	Maximum primary energy value of the Finnish building regulation: 160 kWh/m <sup>2</sup> .year. This does not include the 13.2*1.7 kWh/m <sup>2</sup> .year primary energy for electrical appliances.	
Experiences/ lessons learned:	The building performance is monitored in detail. The first preliminary results show promising results and further analysis shall be carried out to evaluate the holistic picture about the building performance in real use.			
Funding:	Saint Gobain Isover <i>Rakennustuotteet</i> funded the project.			
Marketing efforts:	The building is part of the <i>Hyvinkää</i> housing exhibition area.			
Awards:	The building won the architectural competition organised by Saint-Gobain ISOVER in co-operation with the architect association SAFA, <i>Rakennuslehti</i> magazine, VTT and WWF. There were 81 contestants in total.			
Links to further information:	<a href="http://www.isover.fi/passiivitalo/seurantakohteet/villa-isover-asunomessut-2013-hyvinkaa/villa-isoverin-esittely">http://www.isover.fi/passiivitalo/seurantakohteet/villa-isover-asunomessut-2013-hyvinkaa/villa-isoverin-esittely</a> (in Finnish)			

## 2.6.8 France



#### 4.8.1 Maison DOISY



Author(s): Marie-Christine Roger, Loïc Chery, Fabien Auriat, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie  
Involved organisations: Villa Tradition, Promotelec



Project aim: To produce a French NZEB.

Building address: 143 avenue de la Rochelle - 79000 Niort

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
Single-family house					

Building size: 158 m<sup>2</sup> net floor area

Building envelope construction: The building has brick walls insulated with mineral wool on the inside. The ceiling, made of reinforced concrete, has a mineral-wool insulation.

Building envelope U-values:	Wall	0.205 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	1.45 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.138 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.138 W/m <sup>2</sup> .K

Building service systems: Heating is provided by a gas-condensing boiler and delivered by a floor-heating system. DHW is generated by solar thermal collectors and supported by the boiler. A single-flow ventilation system with humidity sensors was installed to maintain the quality of the indoor air.


Included renewable energy technologies: Nearly 4 m<sup>2</sup> of solar thermal collectors were installed on the roof to cover part of the DHW consumption.

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National standard ( <i>méthode Th-BCE</i> )												
	Measured		Monitored in year:	-												
	Heating		20.80 kWh/m <sup>2</sup> .year	<table border="1"> <tr> <th>Category</th> <th>Percentage</th> </tr> <tr> <td>Heating</td> <td>63%</td> </tr> <tr> <td>Hot water</td> <td>29%</td> </tr> <tr> <td>Ventilation</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Lighting</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Auxiliary</td> <td>0%</td> </tr> </table>	Category	Percentage	Heating	63%	Hot water	29%	Ventilation	2%	Lighting	5%	Auxiliary	0%
Category	Percentage															
Heating	63%															
Hot water	29%															
Ventilation	2%															
Lighting	5%															
Auxiliary	0%															
	Hot water		9.50 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Ventilation		0.65 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Lighting		1.70 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Electrical appliances (household electricity)		unknown													
	Auxiliary energy		0.15 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Total		32.80 kWh/m <sup>2</sup> .year													
	Solar thermal energy contribution		7.70 kWh/m <sup>2</sup> .year													

Primary energy use:	Electricity	6.50 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.58
	Gas	30.30 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1
	Total	36.80 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	21% of the total final energy		
Improvement compared to national requirements:	21%	Compared to:	Maximum primary energy use according to RT2012 (46.90 kWh/m <sup>2</sup> .year).
Links to further information:	<a href="http://www.observatoirebbc.org/site/construction/fichepedagogique?building=BGJG3H#economiques">http://www.observatoirebbc.org/site/construction/fichepedagogique?building=BGJG3H#economiques</a>		

#### 4.8.2 Maison HANAU




Author(s):	Marie-Christine Roger, Loïc Chery, Fabien Auriat, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie Involved organisations: Villa Tradition, AET Lorient				
Illustration:					
Project aim:	It is the second house in France to obtain <i>BEPOS Effinergie</i> certification. BEPOS is the certification for houses that generate more electricity than they use (plus-energy houses).				
Building address:	67600 Selestat, France				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Single-family house				
Building size:	178 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	This house has a structure of cellular concrete insulated with polystyrene, a high-performance insulation in the roofs and floors made of interjoist polystyrene and additional insulation of 8 cm of polyurethane. The windows are double glazed.				
Building envelope U-values:	Wall	0.160 - 0.166 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	1.28 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.108 - 0.127 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.112 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Heating is provided by a gas-condensing boiler and delivered by a floor-heating system. The boiler also provides support to the solar thermal collectors that are the main source of DHW. A single-flow ventilation system with humidity sensors was installed to maintain the quality of the indoor air				
Included renewable energy technologies:	Nearly 4 m <sup>2</sup> of solar thermal collectors were installed on the roof to cover part of the DHW consumption. 51 m <sup>2</sup> photovoltaic panels have been installed on the roof, providing 8 kW <sub>p</sub> .				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National standard ( <i>méthode Th-BCE</i> )	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		28.40 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 68% (red), followed by Hot water at 24% (orange), Ventilation at 4% (grey), Lighting at 3% (yellow), and Auxiliary at 0% (white).</p>	
	Hot water		10.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		1.55 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		1.45 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Auxiliary energy		0.15 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances (household electricity)		unknown		
	Total		41.55 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Solar thermal energy contribution		7.20 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	PV electricity		40.85 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Primary energy use:	Electricity			7.70 kWh/m <sup>2</sup> .year
Gas			38.40 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 1
PV energy			-105.40 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.58	
Total			-59.30 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	100% of the total final energy				
Improvement compared to national requirements:	202%	Compared to:	Maximum primary energy use according to RT2012 (58.20 kWh/m <sup>2</sup> .year)		
Links to further information:	<a href="http://www.observatoirebbc.org/site/construction/fichepedagogique?building=B19KFE#descriptif">http://www.observatoirebbc.org/site/construction/fichepedagogique?building=B19KFE#descriptif</a>				

## 2.6.9 Germany

#### 4.9.1 Efficiency House Plus with E-mobility in Berlin



Author(s):	Heike Erhorn-Kluttig, Hans Erhorn, Antje Bergmann, Fraunhofer Institute for Building Physics				
Illustration:	 <p>© Schwarz (BMVBS)</p>				
Project aim:	This pilot building generates its own energy and makes it available to the users and the electric vehicles. Excess energy is fed back into the grid or stored in a battery. An annual positive energy balance is required for primary and final energy use.				
Building address:	Fasanenstraße 87a, 10623 Berlin				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Single-family house with 2 floors				
Building size:	203 m <sup>2</sup> useful floor area ('A <sub>N</sub> ', with A <sub>N</sub> =0.32 <sup>A</sup> V <sub>gross</sub> ), 138 m <sup>2</sup> living area				
Building envelope construction:	The floor, the walls and the roof are made of timber panels filled with up to 52 cm of cellulose insulation. The windows have triple glazing. Thermal bridges have been minimised. Photovoltaic modules cover the roof and the façade. All house elements can be separated and moved to another location or be disposed of once the lifetime of the building has expired.				
Building envelope U-values:	Wall	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.70 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The house is heated by a central heating system with an air-to-water heat pump and floor heating. A balanced mechanical ventilation system with 80% heat recovery and a building energy management system with touch pads are installed. The PV systems on the roof and facades generate electricity that is used by the building, fed into the grid or stored in a battery. The battery, with a capacity of 40 kWh, is made of 7,250 single second-hand battery cells formerly used in electric cars.				
Included renewable energy technologies:	The air-to-water heat pump uses ambient energy from the outside air. Two large photovoltaic fields are installed: 98 m <sup>2</sup> monocrystalline PV modules on the roof and 73 m <sup>2</sup> thin-film modules on the façade.				
Final energy use:	Calculated		Calculation method:	DIN V 18599, <i>Effizienzhaus Plus-Rechner</i> [Efficiency house plus calculator]	
	Measured	X	Monitored in year:	2012/2013	

Final energy use (cont.):	Heating	20.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>Electrical appliances 23%</p> <p>Lighting 4%</p> <p>Ventilation + pumps + automation 25%</p> <p>Hot water 13%</p> <p>Heating 34%</p>
	Hot water	8.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling	0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation incl. pumps and automation	15.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting	2.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (household electricity)	14.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total	61.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	E-mobility	19.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	PV energy gener.	- 65.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	thereof self-used	- 32.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	thereof fed-in	- 33.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electr. from grid	28.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electricity surplus	- 4.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Primary energy use:	Electr. from grid	69.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.4 (PEF 2014)
	Electr. fed-in	-93.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.8 (PEF 2014)
	Total	- 24.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	107% of the total final energy		
Improvement compared to national requirements:	78%	Compared to:	Maximum primary energy use according to EnEV 2009. (Household equipment, e-mobility not taken into account. PV generated electricity accounted up to monthly electricity use).
Experiences/ lessons learned:	The test family enjoyed living in the house without having a bad conscience because of using conventional energy. As the ventilation system was not manually controlled, it introduced warm external air into the rooms in summer, which became a problem. The measurements show that the goal of the efficiency house plus has been achieved, but only 25% of the electricity used for e-mobility could be covered.		
Costs:	The costs of the house are rather high, with 1,080,000 € for construction and 566,000 € for the building service systems. This is partly due to the high ambition (plus energy) and the ability to divide the house into different materials in the event of deconstruction. There is a network of efficiency houses plus with more than 20 buildings of the same energy performance level. These houses show that the additional costs compared to a regular new building can be decreased by about 50,000 €.		
Funding:	Research program "Efficiency house plus". The Federal Building Ministry (BMUB) supports the construction of buildings which produce significantly more energy than required for their operation. The pilot projects are assessed by a scientific support program. The goals are to improve energy management in modern structures and further develop necessary building envelope and renewable energy components.		
Marketing efforts:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Network of more than 20 efficiency house plus pilot projects</li> <li>- The house can be visited and is used for events</li> <li>- BMUB website includes videos, a blog by the users, actual monitoring results, etc.</li> <li>- Official opening by Chancellor Angela Merkel</li> </ul>		
Awards:	The design by architect Werner Sobek won the architectural competition for the BMUB pilot project. Case highlighted in February 2014 on EU's BUILD UP portal.		
Links to further information:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- website: <a href="http://www.bmvi.de/DE/EffizienzhausPlus/effizienzhaus-plus_node.html">http://www.bmvi.de/DE/EffizienzhausPlus/effizienzhaus-plus_node.html</a></li> <li>- case on BUILD UP: <a href="http://www.buildup.eu/cases/40001">http://www.buildup.eu/cases/40001</a></li> <li>- monitoring report of Fraunhofer Institute for Building Physics: <a href="#">link</a></li> <li>- videos: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=mNCZxovLHRo">http://www.youtube.com/watch?v=mNCZxovLHRo</a>;</li> <li><a href="http://www.youtube.com/watch?v=LgLVuFVhlgM">http://www.youtube.com/watch?v=LgLVuFVhlgM</a></li> </ul>		

#### 4.9.2 Hauptschule Schrobenhausen, pilot project of DENA Efficient Schools Project



Author(s):	Heike Marcinek, Oliver Krieger, Deutsche Energie-Agentur (DENA)				
Illustration:					
Project aim:	The requirements of DENA's <i>efficient house pilot project</i> (2009) intended to undershoot the national energy saving ordinance EnEV by at least 15% (primary energy use). The resulting quality shows an undercut of 44%, including a very efficient ventilation system. Generated electricity is not taken into account in the calculation, but it would enhance the result further.				
Building address:	Georg-Leinfelder-Straße 16, 86529 Schrobenhausen, Germany				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X	X		X
	School Year of construction: 1975 / Renovation: 2010-2012				
Building size:	7,080 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	The existing façade of a 1970s concrete structure with internal brickwork was insulated with 24 cm expanded polystyrene. The roof received 40 cm cellulose insulation. The new windows have triple glazing (air-tight fitting).				
Building envelope U-values:	Wall	0.17 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.96 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling	0.16 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The school is supplied by a district heating system, based on renewable energy. The central ventilating system is equipped with a heat recovery system.				
Included renewable energy technologies:	Electricity: The roof-installed photovoltaic modules supply part of the electricity use. The amount of electricity that is fed into the grid is unknown unfortunately. Heating: The district heating system is based on renewable energy with a primary energy factor of zero.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	DIN V 18599
	Measured		Monitored in year:	2013: final heating energy: ~30 kWh/m <sup>2</sup> .year 2009: final heating energy: ~80 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Heating		29.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 43% (red), followed by Hot water at 24% (orange), Ventilation at 22% (grey), and Lighting at 11% (yellow).</p>
	Hot water		16.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		15.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		7.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances		unknown	
Total		68.5 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	District heating		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electricity (total)		104.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.6 (PEF 2013)
	thereof heating auxiliary		3.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	thereof hot water		42.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	thereof ventilat.		39.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	thereof lighting		19.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		104.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	43% of the total final energy (heating energy based on the district heating). The renewable energy contribution of the PV system is not known.			
Improvement compared to national requirements:	44%	Compared to:	Maximum primary energy use according to EnEV 2009. PV-generated electricity is not taken into account in the calculation.	
Experiences/ lessons learned:	Possibility to reach a very good energy reduction in schools. Widespread type of building of the 1970s in West Germany, so very good reproducibility for other schools. Low cost to enhance thermal comfort and air quality in the classrooms.			
Costs:	Based on cost groups, the cost estimate contains for construction: 5.1 million € building services: 2.9 million € additional expenses, incl. planning etc.: 3.1 million € Total: 11.1 million € (all costs incl. VAT)			
Funding:	The renovation was part of the <i>efficient house pilot projects 2009</i> . It was co-financed by the KfW Group and the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMVBS)			
Marketing efforts:	Press releases about DENA's <i>efficient house pilot project</i>			
Links to further information:	<a href="http://www.zukunft-haus.info">www.zukunft-haus.info</a> → "Bauen & Sanieren" <a href="http://www.zukunft-haus.info/effizienzhaus">www.zukunft-haus.info/effizienzhaus</a> : Building-Database <a href="http://www.dena.de">www.dena.de</a> <a href="http://www.schrobenhausen.de">www.schrobenhausen.de</a> → "Bauen & Wirtschaft"			

## 2.6.10 Ireland



#### 4.10.1 Urban semi-detached house



Author(s):	Chris Hughes, Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI)				
Illustration:					
Project aim:	Deep retrofit and extension of a 1950s 3 bedroom solid block house to provide a 160 m <sup>2</sup> two-storey, four-bedroom house. Calculated energy consumption reduced by over 90% to achieve an A2 energy rating.				
Building address:	58 Cedarmount Avenue, Mount Merrion, Co. Dublin				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X				X
	Single-family house				
Building size:	160 m <sup>2</sup> living area				
Building envelope construction:	<p>Walls: 150 mm Platinum EPS insulation and mineral render finish externally, on 1) solid original 230 mm concrete block or 2) solid 215 mm QUINN-lite aerated block (mortar joint), and gypsum hard-rock plaster.</p> <p>Roof: attic floor for storage made airtight and insulated with 110 mm bio-based spray foam insulation, overlaid with 250 mm blown cellulose</p> <p>Floor: concrete floor/Supergrund-insulated foundation system with 300 mm Aeroboard Platinum EPS insulation.</p> <p>New tripled-glazed windows and doors</p> <p>Airtightness: 1.23 air changes per hour at 50 Pa.</p>				
Building envelope U-values:	Wall	0.145 - 0.19 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.9 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.11 - 0.14 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	25 KW modulating condensing, weather-compensated gas boiler with floor heating throughout ground floor at 150 mm centres with 2 towel radiators in bathrooms upstairs. Five-zone temperature control and timer. Ventilation system with 91% heat recovery.				
Included renewable energy technologies:	Evacuated tubes solar thermal collector: 2 x 20 tubes (58 mm vacuum tube) with 300 liter dedicated solar storage volume.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	Dwelling Energy Assessment Procedure (DEAP)
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		10.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Hot water at 39% (orange), followed by Heating at 34% (red), Ventilation at 13% (grey), and Lighting at 14% (yellow).</p>
	Hot water		12.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		4.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		4.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (household electricity)		unknown	
Total		31.4 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Natural gas		25.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electricity		21.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.58
	Total		47.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	30% of the total final energy Solar hot water heating system contribution is included in total final energy			
Improvement compared to national requirements:	56%	Compared to:	Overall primary energy calculation using the maximum permissible U-values	
Experiences/ lessons learned:	Significant improvements in building fabric U-values and a mechanical ventilation heat recovery system were used to achieve the low space-heating goal. Old suspended timber floors on the ground floor were removed and replaced with concrete flooring and 200 mm EPS insulation for improved thermal performance and air tightness.			
Costs:	Budget: 170,000 € (1,063 €/m <sup>2</sup> )			
Funding:	Client funds with support from SEAI			
Marketing efforts:	<a href="http://www.nzeb-opendoors.ie">www.nzeb-opendoors.ie</a> <a href="http://www.greenextension.eu/pdf/EnerPHit%20Project.pdf">http://www.greenextension.eu/pdf/EnerPHit%20Project.pdf</a>			
Awards:	Isover Energy Efficiency award winner in 2013			
Links to further information:	<a href="http://www.greenextension.eu/pdf/EnerPHit%20Project.pdf">http://www.greenextension.eu/pdf/EnerPHit%20Project.pdf</a>			

#### 4.10.2 Post Primary School Research Project



Author(s):	Chris Hughes, Sustainable Energy Authority of Ireland (SEAI)				
Illustration:					
Project aim:	First A2 rated post primary school				
Building address:	Colaiste Choilm, O'Moore Street, Tullamore, Co. Offaly				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
			X	X	
	Post primary school completed in 2011				
Building size:	4,681 m <sup>2</sup> useful floor area				
Building envelope construction:	Overall U-value is 0.36 W/m <sup>2</sup> .K - 50% better than the current building regulations Air tightness of 3 m <sup>3</sup> /h per m <sup>2</sup> at 50 Pa				
Building envelope U-values:	Wall	0.09 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	1.5 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.18 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.19 W/m <sup>2</sup> .K			
	Doors	2.19 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Biomass boiler and combined heat and power system based on natural gas with low-temperature hot water radiators for heating Automatic ventilation openings fitted with airtight automatic shut-off and linked to CO <sub>2</sub> sensors Building control strategies designed to minimise energy use Improved energy monitoring and management awareness Use of LED-based external lights with improved controls Improved water conservation measures				
Included renewable energy technologies:	Biomass heating Combined heat and power system based on natural gas Photovoltaic electricity production.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	Non Domestic Energy Assessment Procedure (NEAP)	
	Measured		Monitored in year:	2011	
	Heating		32.89 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 43% (red), followed by Hot water at 24% (orange), Ventilation at 22% (grey), and Lighting at 11% (yellow).</p>	
	Hot water		1.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		3.10 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		15.55 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances		Unknown		
	Total		52.54 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Natural gas		31.36 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 1.1
	Biomass		33.90 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 1.1
	Electricity		18.65 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.7	
	Total		81.91 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	~ 40% of the total final energy				
Improvement compared to national requirements:	50%	Compared to:	Improved insulation levels. U-value for the building is 0.36 W/m <sup>2</sup> K which is 50% better than the current building regulations.		
Experiences/ lessons learned:	The school is a research and demonstration project to improve the quality of teaching spaces and notably reduce the school's environmental impact. Over 21 sustainable design aspects were reviewed. Extensive automated monitoring systems establish energy consumption profiles and user patterns. The design incorporates passive, active, and renewable techniques.				
Costs:	Total project: 5.3 million € 255,000 € for additional energy efficiency measures				
Funding:	Department of Education and Skills				
Marketing efforts:	All new primary schools are built to Building Energy Rating (BER) A3 or better. Building is featured in SEAI Energy USE in Public Sector publication.				
Awards:	The Department of Education and Skills energy programme commenced in 1997 and is recognised at national and international levels for excellence in design and specifications. Top prize at 2012 Green Awards.				
Links to further information:	<a href="http://www.education.ie/en/Press-Events/Press-Releases/2012-Press-Releases/2020April,%202012%20-%20Department%20of%20Education%20and%20Skills%20wins%20top%20prize%20at%202012%20Green%20Awards.html">http://www.education.ie/en/Press-Events/Press-Releases/2012-Press-Releases/2020April,%202012%20-%20Department%20of%20Education%20and%20Skills%20wins%20top%20prize%20at%202012%20Green%20Awards.html</a>				

## 2.6.11 Italy

#### 4.11.1 ECOsil



**Author(s):** Gian Mario Varalda, Agenzia Provinciale per l'Energia del Vercellese e della Valsesia  
**Architect:** Gianni Carlo La Loggia  
**Building contractor:** Impresa La Loggia Giuseppe



**Project aim:** The building minimises energy requirements and the remaining energy needs are covered by an innovative and efficient system, integrated with renewable sources.

**Building address:** P. Isacco 50, 13039 Trino (VC) Italy

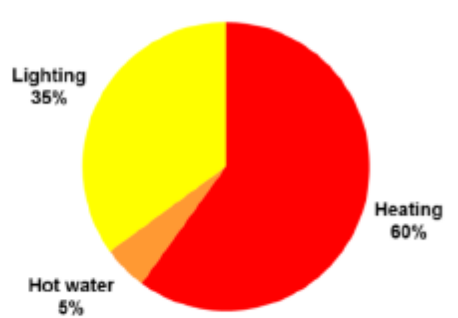
<b>Building type:</b>	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
Single-family house with 2 storeys					

**Building size:** 185 m<sup>2</sup> heated floor area

**Building envelope construction:** External walls are made of autoclaved aerated concrete blocks with external thermal insulation (EPS and cellulose fibre). The ground slab is created with disposable formwork for ventilated underfloor cavities; the roof has a wooden structure and is insulated with wood fibre. The windows have triple glazing and wooden frames with aluminium-clad exterior. Thermal bridges have been minimised. Solar thermal collectors and photovoltaic panels cover the roof.

<b>Building envelope U-values:</b>	Wall	0.18 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	1.00 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.18 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.21 W/m <sup>2</sup> .K

**Building service systems:** The heating system is based on a condensing boiler (modulating between 5 and 25 kW) fuelled by natural gas, and it provides support to the DHW also. Radiant wall panels supply heat to the rooms. The heating system includes renewable energy, with 4 solar thermal collectors and a 500 liter storage. To provide good indoor air quality, a mechanical ventilation system with heat recovery was installed.

Included renewable energy technologies:	The solar thermal system (flat-plate solar collectors) has 9.32 m <sup>2</sup> and covers 96% of the needs for DHW. In addition, there are PV panels (monocrystalline) with a peak power of 2.94 kW <sub>p</sub> .				
Final energy use:	Calculated		Calculation method:	According to EU Directive 2002/91/CE, 16/12/2002. According to the Decree n. 34, 29/09/2004 of the President of the Autonomous Province of Bolzano.	
	Measured	X	Monitored in year:	2012/2013	
	Heating		25.81 kWh/m <sup>2</sup> .year	 <p>Lighting 35%</p> <p>Heating 60%</p> <p>Hot water 5%</p>	
	Hot water		2.05 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		in use but not measured		
	Lighting		14.88 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances (household electricity)		unknown		
	Total		42.74 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	PV generated electricity		~ 3,200 kWh/year 17.32 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Total		23 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	67% of the total final energy				
Improvement compared to national requirements:	80%	Compared to:	Heating energy consumed by traditional building, according to the CASACLIMA certification.		
Experiences/ lessons learned:	The family living in the house is very satisfied with the energy performance of their dwelling. The energy bill has been very low, so it demonstrates that the goal has been achieved.				
Costs:	The final cost of these buildings was 350,000 € each, which represents a 25% cost increase compared to a similar building using traditional solutions.				
Funding:	As this project was partially financed by the Piedmont Regional Administration with a 50% refund of the additional costs, the impact of such costs was significantly reduced.				
Marketing efforts:	These low-energy buildings were designed and built according to the Bolzano CASACLIMA protocol and they obtained the official CASACLIMA golden certification for the first time in the territory of the Province of Vercelli. Since 2010, the buildings have been visited by architecture students.				
Awards:	The house received CASACLIMA A classification, which refers to buildings with a heat consumption of less than 30 kWh/m <sup>2</sup> .year. The project was illustrated in the KlimaHause n. 2 April 2011 magazine, and it has won first prize in the 2013 Best Practice S.A.E.E. contest organised by ValoreClima of the Province of Vercelli.				
Links to further information:	<a href="http://www.architettologgia.it/">http://www.architettologgia.it/</a> <a href="http://europaconcorsi.com/projects/242014-Gianni-Carlo-La-Loggia-ECOsil">http://europaconcorsi.com/projects/242014-Gianni-Carlo-La-Loggia-ECOsil</a> <a href="http://www.agenziacasaclima.it/it/rete-casaclima/la-rete-casaclima/casa-eco-sil-2/111-11045.html">http://www.agenziacasaclima.it/it/rete-casaclima/la-rete-casaclima/casa-eco-sil-2/111-11045.html</a> <a href="http://www.consortiouniver.it/it-IT/news-eventi/i-vincitori-del-concorso-best-practice/">http://www.consortiouniver.it/it-IT/news-eventi/i-vincitori-del-concorso-best-practice/</a>				

#### 4.11.2 ENERGY BOX



**Author(s):** Gian Mario Varalda, Agenzia Provinciale per l'Energia del Vercellese e della Valsesia  
**Architect:** Ing. Pierluigi Bonomo



**Project aim:** Best Current Practice according to ITACA protocol, certification in Italian national class A\* (21.3 kWh/m<sup>2</sup>.year); emissions reduced by 15 times compared to the required limits.

**Building address:** Via S. Demetrior ss 216, Località S. Gregorio - L'Aquila

<b>Building type:</b>	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	

Single-family house with 3 storeys

**Building size:** 173 m<sup>2</sup> net floor area

**Building envelope construction:** Wood and wood-fibre walls with chalk lining, reinforced (1% steel) concrete lower walls, insulation of linen fibre. The windows have triple glazing.

<b>Building envelope U-values:</b>	Wall	Upper: 0.120 W/m <sup>2</sup> .K; lower: 0.126 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	0.89 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.09 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.12 W/m <sup>2</sup> .K

**Building service systems:** Systems include a 10 kW reversible geothermal heat pump for heating and cooling, solar thermal panels, a ventilation system with heat recovery and integrated electrical heaters, PV panels with 8.5 kW<sub>p</sub> and fixed and adjustable shades.

**Included renewable energy technologies:** Solar thermal panels, PV panels (thin-film), geothermal heat pump

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	According to EU Directive 2002/91/CE, 16/12/2002, UNI/TS 11300:2008 and CASACLIMA protocol	
	Measured		Monitored in year:	2013 (data not yet available)	
	Heating		4.60 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Hot water at 47% (orange), followed by Cooling at 40% (blue), and Heating at 13% (red).</p>	
	Hot water		16.68 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		14.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		in use but not measured		
	Lighting		Unknown		
	Electrical appliances (household electricity)		Unknown		
	Total		35.28 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	PV generated electricity		Unknown		
Costs:	Total costs were 1,465 €/m <sup>2</sup> gross floor area including demolitions.				
Marketing efforts:	This very low-energy building was designed and built according to the Bolzano CASACLIMA protocol and the official CASACLIMA golden certification was obtained for the first time in the territory of Region Abruzzo.				
Awards:	Golden CASACLIMA certificate Special mention of "Premio SOSTENIBILITA' 2013" of Modena Sustainable Energy Agency AESS				

## 2.6.12 Lithuania



#### 4.12.1 Single-family houses in Moletai with district heating



Author(s):	Tomas Baranauskas, Ministry of the Environment of the Republic of Lithuania				
Illustration:					
Project aim:	Presenting a simple way to achieve NZEB				
Building address:	Not yet available (building project for a private builder)				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Double house				
Building size:	394.42 m <sup>2</sup> heated net floor area for both building halves, 197.21 m <sup>2</sup> for one residential unit.				
Building envelope construction:	Not defined at this stage. The calculation is based on the required U-values.				
Building envelope U-values:	Wall	0.1 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.7 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.08 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.1 W/m <sup>2</sup> .K			
	Doors, gates	0.7 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Heating and hot water: District heating system (' <i>Moletu siluma</i> ) Ventilation: Mechanical ventilation system with 85% heat recovery and electricity consumption for the ventilation of 0.4 Wh/m <sup>3</sup> Lighting: 50 lm/W No cooling equipment				
Included renewable energy technologies:	Parameters of district heating system given by the thermal energy supplier ' <i>Moletu siluma</i> ': non-renewable primary energy factor $f_{PRn} = 0.22$ , renewable primary energy factor $f_{PRr} = 1.42$ . This means a renewable energy ratio of the district heating system of 87%.				

Primary energy use: -> Non-renewable primary energy use	District heating (heating + DHW)	8.12 kWh/m <sup>2</sup> .year	(Non-renewable) primary energy factor: 0.22
	Electricity (ventilation + lighting + household electricity + outdoor lighting)	34.65 kWh/m <sup>2</sup> .year	(Non-renewable) primary energy factor: not available
	Total	42.77 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	60% of the total primary energy In Lithuania, the renewable energy contribution ratio is calculated by renewable primary energy divided by non-renewable energy and has to be > 1 for NZEBs. The value for this house is 1.53.		
Improvement compared to national requirements:	82%	Compared to:	Normal non-renewable primary energy use for heating, cooling, hot water and electricity: 236.02 kWh/m <sup>2</sup> .year

#### 4.12.2 Single-family houses in Moletai with wood boiler



Author(s):	Tomas Baranauskas, Ministry of the Environment of the Republic of Lithuania				
Illustration:					
Project aim:	Presenting a simple way to achieve NZEB				
Building address:	Not yet available (building project for a private builder)				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Double house				
Building size:	394.42 m <sup>2</sup> heated net floor area for both building halves, 197.21 m <sup>2</sup> for one residential unit.				
Building envelope construction:	Not defined at this stage. The calculation is based on the required U-values.				
Building envelope U-values:	Wall	0.1 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.7 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.08 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.1 W/m <sup>2</sup> .K			
	Doors, gates	0.7 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	<p>Space heating: stand-alone wood boiler with an efficiency of 85%</p> <p>Hot water: wood boiler + solar thermal collectors + 1,500 m<sup>3</sup> storage including a composite electrical heater</p> <p>Ventilation: Mechanical ventilation system with 85% heat recovery and electricity consumption for the ventilation of 0.4 Wh/m<sup>3</sup></p> <p>Lighting: 15 lm/W</p> <p>No cooling equipment</p>				
Included renewable energy technologies:	<p>Solar thermal collectors for hot water of 24 m<sup>2</sup></p> <p>Photovoltaic panels of 10 m<sup>2</sup></p> <p>Wind power station for electricity: wing diameter 4 m, axle height over ground level 10 m, location: Vilnius region.</p>				

Primary energy use: -> Non-renewable primary energy use	Wood	not available	Non-renewable primary energy factor: not available
	Electricity (ventilation + lighting + household electricity + outdoor lighting)	not available	Non-renewable primary energy factor: not available
	Total	44.25 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	51% of the total primary energy In Lithuania, the renewable energy contribution ratio is calculated by renewable primary energy divided by non-renewable energy and has to be > 1 for NZEBs. The value for this house is 1.03.		
Improvement compared to national requirements:	81%	Compared to:	Normal non-renewable primary energy use for heating, cooling, hot water and electricity: 236.02 kWh/m <sup>2</sup> .year

### 2.6.13 Luxembourg

### 4.13.1 EcoHouse in Ayl



Author(s):	Markus Lichtmeß, Goblet Lavandier & Associés S.A.						
Illustration:							
Project aim:	NZEB and Class A-certification according to the energy ordinance of Luxembourg						
Building address:	Markus Lichtmeß, 54441 Ayl, Germany. (Situated in Germany on the border to Luxembourg, built according to Luxembourg NZEB-Standard)						
Building type:	Residential	Non-residential	Public				
	X						
	Single-family house		<table border="1"> <tr> <td>New</td> <td>Renovated</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>	New	Renovated	X	
New	Renovated						
X							
Building size:	212 m <sup>2</sup> net floor area						
Building envelope construction:	Massive wood structure; ~40 cm sustainable external building insulation (cellulose, wood fibre and foam-glass gravel) with opaque building components. Windows have triple glazing.						
Building envelope U-values:	Wall	0.11 W/m <sup>2</sup> .K					
	Window	0.64 W/m <sup>2</sup> .K					
	Roof/ceiling to the attic	0.10 W/m <sup>2</sup> .K					
	Cellar ceiling/ground slab	0.12 W/m <sup>2</sup> .K					
	Others	Doors: 0.78 W/m <sup>2</sup> .K, optimised thermal bridges ± 0 W/m <sup>2</sup> .K					
Building service systems:	Air-to-air heat pump with additional use of exhaust air (custom built), ventilation system with heat recovery, ground heat exchanger for ventilation.						
Included renewable energy technologies:	6 m <sup>2</sup> solar thermal plant (vacuum collector) for heating and DHW PV on roof 5.28 kW <sub>p</sub> to cover the bulk of the building energy consumption.						
Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	<i>Règlement grand-ducal du 5 mai 2012 modifiant.</i>  			
	Measured		Monitored in year:		2013-2014		
	Heating		3.7 kWh/m <sup>2</sup> .year				
	Hot water		2.6 kWh/m <sup>2</sup> .year				
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year				
	Ventilation		1.3 kWh/m <sup>2</sup> .year				
	Lighting		unknown				
	Electrical appliances (household electricity)		unknown				
	Auxiliary		2.6 kWh/m <sup>2</sup> .year				
	Total (building services)		10.2 kWh/m <sup>2</sup> .year				

Primary energy use:	Electricity (building services)	27.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.66
	Electricity (lighting + household)	20.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.66
	PV accountable (~30% directly used by building)	19.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.66
	PV total incl. feed-in	66.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total (PV accountable)	27.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total (PV total)	-19.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	~ 30% of the final energy for heating and DHW (thermal solar plant) ~ 30% of the total electric energy use (services and household) (PV 5.28 kW <sub>p</sub> ) If total PV is accounted: 140% renewable energy contribution ratio		
Improvement compared to national requirements:	80%	Compared to:	<i>Règlement grand-ducal du 5 mai 2012 modifiant</i> (version of 2010, Class D) Primary energy compared to reference building of national calculation method (at present without PV).
Experiences/ lessons learned:	<p>The measured final energy consumption for heating and hot water in 2013 was 6.2 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.year; the total electric energy consumption 17.8 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.year (services + household). The PV delivers 24.9 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.year and the yearly load-match of the PV is approximately 30%. It is fundamental that all buildings and systems are correctly designed and installed on the construction site:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• take special care on the hydraulics of the heat storage tank (connections of pipes and tank, thermosiphon);</li> <li>• avoid low frequency noise &lt; 150 Hz, especially for compressors in heat pumps;</li> <li>• the delivered temperature of the heat pump must be as low as possible;</li> <li>• careful sizing of the heat delivery systems to work at these temperatures;</li> <li>• execution of building construction details according to drawings (insulation of window frames, thermal bridges, etc.);</li> <li>• keep the ventilation duct system as short as possible and reduce the air flow speed to a minimum (energy consumption + noise);</li> <li>• choose ventilation systems with low-energy consumption (also in standby mode);</li> <li>• Venetians blinds should be automatically controlled to prevent overheating (at least according to the radiation and external temperature);</li> <li>• prevent condensation problems (e.g., pipes with cold air through insulated walls).</li> </ul> <p>Main conclusion: in high efficient buildings, the design and execution of technical details (building and systems) carry a high proportion of the energy losses of the building, which underlines the importance of careful planning of these details.</p>		
Costs:	Additional costs for the energy standard were ca. +14.4% (based on total costs for a ready to use house): <ul style="list-style-type: none"> <li>• thermal solar plant +1.4%;</li> <li>• rain water collection system +0.5%;</li> <li>• PV-System (dated 2010) +3.7%;</li> <li>• insulation of walls, roof and ground +5.1%;</li> <li>• high energy efficient windows +1.2%;</li> <li>• energy efficient lighting (LED) +0.1%;</li> <li>• ventilation system with heat recovery +1.7% (integrated in heat pump);</li> <li>• ground heat exchanger +0.6%.</li> </ul>		
Funding:	No request of external funding		
Links to further information:	Presentation about monitoring (period 2011 - 03/2013): <a href="https://dl.dropboxusercontent.com/u/16134639/Vortrag%20Evaluierung%20PH%2007.03.2013.pdf">https://dl.dropboxusercontent.com/u/16134639/Vortrag%20Evaluierung%20PH%2007.03.2013.pdf</a>		

### 4.13.2 Horizont-Building Strassen



Author(s):	Markus Lichtmeß, Goblet Lavandier & Associés S.A. Project developer: Groupe Schuler				
Illustration:					
Project aim:	NZEB and HQE ("Haute Qualité Environnementale - Certivéa") certification.				
Building address:	163 rue de Kiem - L-8030 Strassen Luxembourg				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
	Office building				
Building size:	3,200 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	Concrete structure. External insulation of the building with a minimum 24 cm mineral wool for external walls. The windows have triple glazing.				
Building envelope U-values:	Wall	0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.82 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.11 W/m <sup>2</sup> .K to the outside 0.18 W/m <sup>2</sup> .K to unheated zone			
	Cellar ceiling/ground slab	0.19 W/m <sup>2</sup> .K to unheated zone			
Building service systems:	Heating is based on a biomass (pellet) boiler. Heating and cooling distribution through concrete core activation. Cooling is generated by a scroll compressor with a hybrid water chiller combined with free chilling during the night. All zones are equipped with CO <sub>2</sub> -sensors to regulate the hygienic air stream.				
Included renewable energy technologies:	Pellet boiler included. The roof is fully covered with PV (938 m <sup>2</sup> and 138 kW <sub>p</sub> ).				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	<i>Règlement grand-ducal du 5 mai 2012 modifiant</i>
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		31.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 42% (red), followed by Lighting at 31% (yellow), Auxiliary at 9% (dark blue), Ventilation at 7% (grey), Cooling at 6% (light blue), and Hot water at 5% (orange).</p>
	Hot water		3.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		4.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		5.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		23.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances		unknown	
	Auxiliary		6.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		75.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	PV production		37.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Primary energy use:	Pellets (wood)		1.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Gas		10.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1.12
	Electricity		105.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.66
	Total		118.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	(PV production not deducted)
Renewable energy contribution ratio:	84% of the total final energy (94% of the total electricity)			
Improvement compared to national requirements:	62%	Compared to:	<i>Règlement grand-ducal du 5 mai 2012 modifiant</i> (version of 2010, Class D) Primary energy compared to reference building national calculation method (without PV).	
Costs:	9 million € (2,813 €/m <sup>2</sup> ) incl. VAT for construction, without costs for consultancies, land and auxiliaries.			
Funding:	Equity and bank loans.			
Marketing efforts:	Awards and participations (Fiabci International Award, Green Awards, <i>Bauhärepräis OAI</i> ), press articles as NZEB, visited by the Minister of Economy, Luxembourg, for the inauguration of the building.			
Awards:	"Prix d'excellence Fédération internationale des professions immobilières FIABCI Luxembourg" in Sustainable Building category			
Links to further information:	<a href="http://www.groupe-schuler.lu">http://www.groupe-schuler.lu</a>			

## 2.6.14 Malta



#### 4.14.1 Mosta House of Character



Author(s):	Matthew Degiorgio, Building Regulation Office				
Illustration:					
Project aim:	The project was undertaken as a private initiative by the building owners to reduce the energy use of the building.				
Building address:	9, Triq Salvu Dimech, Mosta, Malta				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X				X
	Single-family house				
Building size:	209 m <sup>2</sup> total floor area (all internal areas which might be heated or cooled)				
Building envelope construction:	The walls are made of stone masonry with a total thickness of 0.5 m (2 limestone walls of 0.225 m and a 0.05 m air cavity in between). The roof is constructed with reinforced concrete slabs with an average of thickness 125 mm expanded polystyrene insulation under 100 mm stone chippings laid to slope and a 100 mm concrete screed above. The windows are double glazed (not low emissivity) with an argon-filled gap.				
Building envelope U-values:	Wall	1.57 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	3.00 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.25 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	1.97 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Heating and cooling are provided through inverter split-type air-conditioning systems. Due to the high thermal mass of the building, the heating and cooling loads are limited. Hot water is provided through a flat-plate solar water collector with an aperture area of 4 m <sup>2</sup> and a storage capacity of 250 liters.				
Included renewable energy technologies:	The house was fitted with a south-facing flat-plate solar water heater. The collector is capable of providing all hot water requirements throughout the whole year.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	EPRDM (Standard energy performance certification software)
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		3.25 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Cooling at 49% (blue), followed by Heating at 28% (red), and Lighting at 22% (yellow).</p>
	Hot water		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year (100% renewable)	
	Cooling		5.62 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		2.57 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (household electricity)		unknown	
Total		11.44 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Electricity		39.47 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		39.47 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	49% of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	50%	Compared to:	Current minimum requirements stipulate maximum conductivity of elements and do not require minimum contributions from renewable sources. A building with similar geometry built to minimum requirements and with no renewable energy sources installed would have a primary energy rating of 110 kWh/m <sup>2</sup> .year (as per the national EPC rating system).	
Experiences/ lessons learned:	Given the mild climate and good solar potential of most buildings in Malta, NZEB levels may be achieved through minimisation of heat transfer through the roof, high thermal mass and some use of renewable sources (in this case solar water heating). Conservation of energy through the building envelope is particularly critical for the roof, but NZEB levels may still be achieved with only low insulation levels in the walls.			
Costs:	Cost data was not provided (private project).			
Funding:	Funding for the project was private. The renovation was eligible to benefit from schemes available such as those for double glazing, roof insulation and solar water heaters. These are available to the public in general and not dependent on the building achieving the overall NZEB levels.			
Marketing efforts:	The building is owned and occupied by the owner; therefore, no marketing efforts took place.			
Awards:	The building is classified as NZEB.			

## 2.6.15 The Netherlands

#### 4.15.1 Brabantwoningen



Author(s):	Daniël van Rijn, Jacqueline Hooijschuur, RVO.nl				
Illustration:					
Project aim:	Focusing on ecological and biological building techniques, these single-family houses are positive energy buildings (thus have a negative Energy Performance Coefficient) and have low investment costs.				
Building address:	Kruisemuntstraat, St.Oedenrode, Netherlands (province: Brabant)				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	27 single-family houses				
Building size:	98.35 m <sup>2</sup> living area each ('gebruiksoppervlak' according to NEN 2025)				
Building envelope construction:	The 'Brabantwoning' development has a high-level insulated building envelope and triple glazing. The separation wall between the dwellings is insulated also. To avoid high indoor temperatures in the summer, the roof is partly covered with sedum plants and the construction has a high thermal mass. Burglar-proof features have been added (with a rain sensor in the roof) to make high ventilation rates possible during the night and during periods of the absence of inhabitants.				
Building envelope U-values/R-values:	Wall	Rc = 8 m <sup>2</sup> .K/W			
	Window	U = 0.8 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	Rc = 8 m <sup>2</sup> .K/W			
	Cellar ceiling/ground slab	Rc = 5 m <sup>2</sup> .K/W			
Building service systems:	Exhaust air from the ventilation system is used by a heat pump for heating the house and providing hot water in combination with solar thermal panels.				
Included renewable energy technologies:	A large number of photovoltaic panels are placed on the roof to compensate the electricity required for the building service systems and other equipment in the house. This way a NZEB is realised. The building service systems include a heat pump and solar thermal panels.				

<b>Primary energy use:</b>	Calculated	X	Calculation method:	Energy performance of buildings - determination method NEN 7120
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		22.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of primary energy use. The largest portion is Heating at 52% (red), followed by Lighting at 29% (yellow), Hot water at 16% (orange), and Ventilation at 3% (grey).</p>
	Hot water		7.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		1.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		12.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances (household electricity)		unknown	
	PV panels		-95.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		-51.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
<b>Primary energy factors:</b>	Electricity building related		Primary energy factor: 2.54	
	Electricity household equipment		Primary energy factor: 2.00	
	Natural gas		Primary energy factor: 1.00	
<b>Renewable energy contribution ratio:</b>	216% PV contribution of the total primary energy			
<b>Improvement compared to national requirements:</b>	148%	Compared to:	Dutch Energy Performance Coefficient ( <i>Energieprestatiecoefficient</i> ) requirement. Required Energy Performance Coefficient is 0.6. Calculated Energy Performance Coefficient is -0.29	
<b>Links to further information:</b>	<a href="http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=955">http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=955</a> <a href="http://www.archiservice.nl/?cat=7">http://www.archiservice.nl/?cat=7</a> <a href="http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/bouwen-en-wonen/duurzaam-bouwen/de-brabantwoning.aspx">http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/bouwen-en-wonen/duurzaam-bouwen/de-brabantwoning.aspx</a>			

#### 4.15.2 Down 2-000



Author(s): Daniël van Rijn, Jacqueline Hooijschuur, RVO.nl



Project aim: These 21 low-energy houses on the Rijsdijk in Etten-Leur are built with a Dutch Energy Performance Coefficient below zero. The project is a part of a larger group of 43 houses. They are a part of the newly developed district 'de Keen' where more zero-energy houses are built. The intention of this district is to help reducing CO<sub>2</sub> emissions.

Building address: Rijsdijk, Etten-Leur

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
21 single-family houses					

Building size: 160 m<sup>2</sup> living area each ('gebruiksoppervlak' according to NEN 2025)

Building envelope construction: The construction of the roof of these houses, with approximately 50 m<sup>2</sup> photovoltaic solar panels, is special. The separate construction is mounted on the flat roof. This makes the construction easy to reach for maintenance and, if necessary, for expansion. The structure also provides shade to prevent overheating in the summer. The separate structure makes it possible to optimise the ventilation of the solar panels to improve their performance. It also makes the solar panel system independent from the orientation of the houses and gives possibilities for further optimisation in the future.

Building envelope U-values/R-values:	Wall	Rc = 5 m <sup>2</sup> .K/W (ground floor), 8.1 m <sup>2</sup> .K/W (1 <sup>st</sup> + 2 <sup>nd</sup> floor)
	Window	U = 1.65 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	Rc = 5 m <sup>2</sup> .K/W
	Cellar ceiling/ground slab	Rc = 4 m <sup>2</sup> .K/W

Building service systems: The Energy Performance Coefficient below zero is realised by the use of a ground source heat pump, heat recovery from the exhaust air, solar thermal collectors, PV panels and an optimised orientation of the houses. The summer heat is stored in the ground and used in winter time.

Included renewable energy technologies: Photovoltaic panels, solar thermal collectors for DHW, ground source heat pump

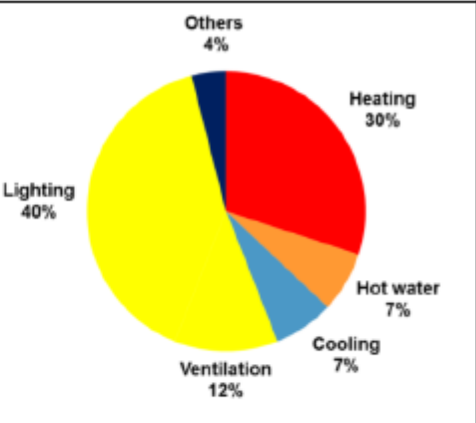
<b>Primary energy use:</b>	Calculated	X	Calculation method:	Energy performance of buildings - determination method NEN 7120	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		32.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of energy use across different building systems. The largest portion is Heating at 42%, followed by Hot water at 23%, Lighting at 16%, Ventilation at 14%, and Cooling at 6%.</p>	
	Hot water		17.7 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		4.3 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		10.8 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		12.8 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances (household electricity)		unknown		
	PV panels		-111.4 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		-33.4 kWh/m <sup>2</sup> .year		
<b>Primary energy factors:</b>	Electricity building related		Primary energy factor: 2.54		
	Electricity household equipment		Primary energy factor: 2.00		
	Natural gas		Primary energy factor: 1.00		
<b>Renewable energy contribution ratio:</b>	143% PV contribution of the total primary energy				
<b>Improvement compared to national requirements:</b>	106%	Compared to:	Dutch energy performance coefficient (" <i>Energieprestatiecoefficient</i> ") requirement. Required Energy Performance Coefficient is 0.6. Calculated Energy Performance Coefficient is -0.04		
<b>Experiences/ lessons learned:</b>	Ventilation and solar blinds are positively valued by the inhabitants, but the production of electricity by the PV panels is below expectation. There have been problems with the heat pump system due to bad maintenance. The collective heat source (ground) for the heat pump is relatively expensive for a small project like this. Individual heat pumps might have been more cost effective. In the design stage, sufficient attention should be paid to the position and the space needed for technical equipment and maintenance of these, to avoid inconvenience for the inhabitants.				
<b>Links to further information:</b>	<a href="http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=959">http://www.kennishuisgo.nl/voorbeeldprojecten/ProjectPage.aspx?id=959</a>				

## 2.6.16 Norway

#### 4.16.1 Powerhouse Kjørbo



Author(s):	Martin Strand, Norwegian Building Authority				
Illustration:					
Project aim:	<p>Demonstrate the possibility of transforming a typical 1980s office building into a plus-energy office building, generating more energy during its lifetime than what was used during the production of materials, construction, operation and demolition. The project is aiming for a BREEAM-NOR 'Outstanding' classification, the highest classification in BREEAM-NOR. It will also fulfil all requirements in the Norwegian passive house standard for non-residential buildings, NS 3701.</p>				
Building address:	Kjørboveien 18 - 20, 1337 Sandvika, Norway				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X			X
	Office building				
Building size:	5,200 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	<p>Old structural elements in concrete were kept, highly insulated timber frame walls and charred wood cladding added to maintain the aesthetics of the old black glass façade. Use of tailor-made aluminium-framed openable windows with triple glazing. The design airtightness of the building envelope is 0.50 air changes per hour at 50 Pa (tests have shown actual results of 0.3 air changes per hour). Exposed concrete for high internal inertia is used. Low emitting materials reduce ventilation demand for indoor air quality control.</p>				
Building envelope U-values:	Wall	0.13 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.80 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.08 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.14 W/m <sup>2</sup> .K			
	Thermal bridge value (normalised)	0.02 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	<p>Electricity is covered by solar panels on roof. Geothermal heat pumps, for heating, cooling and hot water. Own heat pump to re-use heat from the cooling of server parks as heating. Exterior sunscreen automated system. Innovative ventilation system with extremely low pressure drop over the components and in the ventilation ducts. Components with high pressure drop, such as the heat recovery unit, are bypassed when not in use. The system utilises displacement ventilation, demand-controlled lighting and better use of daylight.</p>				

Included renewable energy technologies:	Solar cell park (1,400 m <sup>2</sup> ) on flat roof, delivering more than 200,000 kWh/m <sup>2</sup> .year, or 41 kWh/m <sup>2</sup> .year. Geothermal heat pump with 10 wells. Connected to district heating as a back-up solution.			
Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	NS 3031
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		5.9 kWh/m <sup>2</sup> .year	 <p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Lighting at 40%, followed by Heating at 30%. Ventilation accounts for 12%, while Hot water and Cooling each represent 7%, and Others account for 4%.</p>
	Hot water		1.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		1.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		2.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		7.7 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances		unknown	
	Others		0.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		19.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Primary energy use:	Electricity		28.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total		28.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	100% of the total final energy. The building has been designed to generate a surplus of 18.4 kWh/m <sup>2</sup> .year, with operational energy (excluding equipment computers, servers, etc.) and embodied energy in materials being taken into account.			
Improvement compared to national requirements:	80%	Compared to:	National minimum requirements for net energy use defined in TEK10: "Regulations on technical requirements for building works". <a href="http://www.dibk.no/globalassets/byggeregler/regulations_on_technical_requirements_for_building_works.pdf">http://www.dibk.no/globalassets/byggeregler/regulations_on_technical_requirements_for_building_works.pdf</a>	
Experiences/ lessons learned:	High focus on integrating architecture and technical systems, embodied energy, options for the re-use of materials and construction elements, high level of energy efficiency (building envelope and innovative ventilation solutions). Effort was put into designing an optimised energy supply system for on-site production of thermal energy and electricity. The project is expected to be an important demonstration project for plus-energy buildings worldwide. The building has been occupied since 2014; therefore, measured values are not yet available.			
Costs:	Construction costs were 114 million NOK (13.86 million €, or 2,665 €/m <sup>2</sup> ). The project was developed in cooperation between the Powerhouse-Alliance and the Research Centre on Zero Emission Buildings (ZEB).			
Funding:	14.9 million NOK (1.81 million €) in funding from the national support program for upgrade of existing buildings (ENOVA).			
Marketing efforts:	New tenant was part of the design team.			
Awards:	BREEAM-NOR 'Outstanding'			
Links to further information:	<a href="http://www.powerhouse.no">www.powerhouse.no</a> <a href="http://www.zeb.no">www.zeb.no</a>			



#### 4.16.2 Miljøhuset GK



Author(s): Martin Strand, Norwegian Building Authority



Project aim: Passive house office building according to the Norwegian passive house standard NS 3701, EPC Classification A, good architectural qualities, low total environmental impact, space efficient, economical in construction and operational phase. The extra cost of constructing at passive house level should be profitable.

Building address: Ryenstubben 12, 0679 Oslo, Norway

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
Office Building					

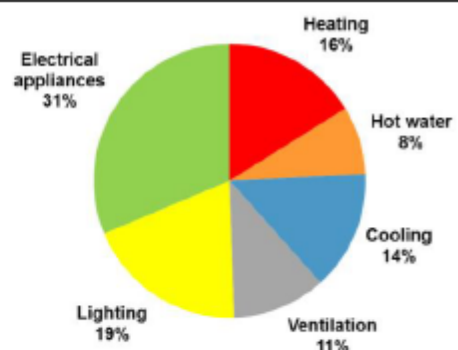
Building size: 13,619 m<sup>2</sup> heated (net) floor area

Building envelope construction: Use of insulated timber studs and sills for wall construction, reducing the wall thickness from 35 cm to 29 cm. Thirty-five cm EPS insulation for slab on ground. Thirty cm standard mineral wool in walls and 40 cm standard mineral wool in roof. Triple-paned windows. Achieved airtightness is 0.23 air changes per hour at 50 Pa.

Building envelope U-values:	Wall	0.14 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	0.78 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.10 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.07 W/m <sup>2</sup> .K
	Thermal bridge value ('normalised')	0.03 W/m <sup>2</sup> .K

Building service systems: Air-to-water reversible heat pumps with the same distribution system for heating and cooling. The building uses heat recovery from cooling, especially from server rooms. Well-insulated pipes, valves and flanges. Automatic solar shading system on the eastern, southern and western façades. Electric heat system integrated in office power poles, estimated to be used less than 2% of the year (when outside temperature is below -15 °C). Detector-controlled (presence, CO<sub>2</sub>, and temperature) ventilation and lighting systems. Eighty-eight per cent heat recovery in the ventilation system. Six oversized ventilation generators ensure low pressure fall and SFP < 1.2 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Included renewable energy technologies:	Air-to-water heat/cooling pump (glycol).			
Net energy use:	Calculated	X	Calculation method:	NS 3031
	Measured		Monitored in year:	-
	Heating		10.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Hot water		5.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		9.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		7.2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		12.5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electrical appliances		19.8 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Final energy use:	Total		49 kWh/m <sup>2</sup> .year	Calculated based on the efficiency of the heat pumps.
	Total		49 kWh/m <sup>2</sup> .year	Calculated based on the efficiency of the heat pumps.
Primary energy use:	Electricity		Not available	There are no official national primary energy factors available yet.
	Total		Not available	
Renewable energy contribution ratio:	24% of the total final energy (76% of the total net energy need of building covered by electricity)			
Improvement compared to national requirements:	60%		Compared to:	National minimum requirements for net energy use defined in TEK10: " <i>Regulations on technical requirements for building works</i> ". <a href="http://www.dibk.no/globalassets/byggeregler/regulations_on_technical_requirements_for_building_works.pdf">http://www.dibk.no/globalassets/byggeregler/regulations_on_technical_requirements_for_building_works.pdf</a>
Experiences/ lessons learned:	Design phase showed that few measures with very little extra cost would make the building go from the minimum requirements for new buildings (EPC rating C) to a B rating. The developer and future tenant is an important provider of technical building systems, especially ventilation, and thus wanted the building to be an example of their best solutions. Decision was then made to build according to the Norwegian passive house standard or even better. After one year in use it is clear that optimising pumps and having a more efficient and better controlled lighting system would improve the measured energy use, which is somewhat above the calculated amount. The roof is prepared for installation of solar collectors and/or PV and these might be installed in the future. A contractor responsible for all maintenance and optimisation of the technical system gives good results.			
Costs:	Construction cost: 225 million NOK (27.5 million €). Calculated to be 8 million NOK (977,000 €, 72 €/m <sup>2</sup> ) more expensive than the minimum requirements. The extra investment will be paid back within 5 years of operation.			
Funding:	4 million NOK (489,000 €) in support from the national support scheme for very energy efficient new buildings (ENOVA).			
Marketing efforts:	Developer is now tenant.			
Awards:	BREEAM-NOR 'Very good'			
Links to further information:	<a href="http://miljohuset-gk.no">http://miljohuset-gk.no</a>			



#### 4.17.1 House in Oraczewice



Author(s):	Krzysztof Kasperkiewicz, Building Research Institute (ITB) Design Office - ap15 architektura pasywna Architects: Aleksandra Poźniak-Wołodźko, Marcin Sienkowski				
Illustration:					
Project aim:	Cheap for investments, environmentally friendly and energy-efficient single-family building.				
Building address:	Oraczewice 73-200, community Choszczno, West Pomerania Voivodship				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
	X			X	
	Single-family house				
Building size:	84 m <sup>2</sup> net floor area				
Building envelope construction:	Wooden roof with 30 cm of rock wool, lime sandstone wall with 15 cm of graphite embedded Styrofoam, typical windows with double glazing, ground slab with 15 cm of XPS				
Building envelope U-values:	Wall	0.205 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	1.3 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.151 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.213 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	Wood fireplace with closed combustion chamber. DHW: Large, highly insulated hot water tank heated in winter by a water jacket in the fireplace, in the summer by solar collectors. Ventilation system with highly efficient heat recovery 95% - Individual design.				
Included renewable energy technologies:	Solar thermal collectors and wood fireplace.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	National monthly method	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating		46.60 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is 'Heating + ventilation' at 51% (red), followed by 'Hot water' at 43% (orange), and 'Others' at 5% (grey).</p>	
	Hot water		39.49 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		0.00 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		incl. in heating		
	Electrical appliances (household electricity)		unknown		
	Others		4.77 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		90.86 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Biomass		17.22 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 0.2
	Electricity		14.32 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 3
	Total		31.54 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	27% (solar thermal collectors as part of the total final energy)				
Improvement compared to national requirements:	78%	Compared to:	Polish Building Regulations WT 2008 (Maximum primary energy use: 146.13 kWh/m <sup>2</sup> .year).		
Experiences/ lessons learned:	The building has not yet been finished.				
Awards:	The winning project in a competition for Model Polish Ecological House organised by Polish Technical Publishing MURATOR SA in 2011.				
Links to further information:	<a href="http://www.ap15.pl">www.ap15.pl</a>				

## 2.6.18 Portugal

#### 4.18.1 SOLAR XXI



Author(s): Helder Gonçalves, Laura Aelenei, Susana Camelo, LNEG (UEE-Energy Efficiency Unit)

Illustration:



Project aim: Solar XXI building aimed at an energy performance that is 10 times better than a standard Portuguese office building. From the NZEB goal perspective, the building may be currently considered a 'plus (electric) energy building' and a NZEB in terms of the overall building energy consumption.

Building address: Paço do Lumiar 22, 1648-038, Lisbon, Portugal

Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
Office building					

Building size: 1,200 m<sup>2</sup>, heated area/net floor area

Building envelope construction: The whole building has external insulation, so that the influence of the thermal bridges was reduced significantly while the building thermal inertia was preserved. The building has external walls made of 22 cm brick and an external thermal insulation composite system (ETICS) of 6 cm, a concrete roof with 10 cm insulation on top, a ground slab with 10 cm expanded polystyrene insulation and transparent double glazing.

Building envelope U-values:	Wall	0.54 W/m <sup>2</sup> .K
	Window	4.5 W/m <sup>2</sup> .K
	Roof/ceiling to the attic	0.26 W/m <sup>2</sup> .K
	Cellar ceiling/ground slab	0.80 W/m <sup>2</sup> .K
	Thermal bridges	0.55 W/m <sup>2</sup> .K (related to area of columns and beams)

Building service systems: Solar XXI building's main façade (south oriented) is covered by windows and PV modules in equivalent proportions. The glazed area (~ 46% of the south façade and 12% of the conditioned floor area) interacts directly with the permanently occupied office rooms by collecting direct solar energy and providing heat and natural light. The building has no active cooling system. A set of efficient measures and strategies contributes to diminishing the building cooling loads. Adjustable Venetian blinds have been placed outside the glazing to limit direct solar gains, a ground cooling system provides incoming pre-cooled air into the building using the earth as a cooling source. Natural ventilation is provided due to cross winds and stack effect via openings in the façade and roof level. A solar thermal collector system on the roof of the building is used for space heating with a storage system in the basement. This system is assisted by a natural gas boiler in periods without sun.

Included renewable energy technologies:	The building integrated combined PV and solar thermal (PV-T) system on the south façade contributes to the improvement of the indoor climate during the heating season during daytime hours, when the heat released in the process of converting solar radiation into power is successfully recovered. Two other PV systems are installed in the car park near the building. A solar thermal collector system is installed on the roof of the building for space heating purposes. The supply air is pre-cooled by the use of buried pipes.		
Final energy use:	Calculated		Calculation method: Dynamic simulation: EnergyPlus
	Measured	X	Monitored in year: 2011
	Heating (gas)	12 kWh/m <sup>2</sup> .year (calc.)	<p>A pie chart illustrating the energy use breakdown. The chart is divided into two segments: a red segment representing 'Heating' at 29% and a green segment representing 'Electrical appliances' at 71%.</p>
	Hot water	incl. in heating	
	Solar thermal system	-5 kWh/m <sup>2</sup> .year (calc.)	
	Cooling	0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation	included in electrical appliances	
	Lighting		
	Electrical appliances (total grid electricity)	30 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	PV generation (fed-in)	-32 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Total	5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Electricity surplus	-2 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Gas	12 kWh/m <sup>2</sup> .year (calc.)	
	Solar thermal system	-5 kWh/m <sup>2</sup> .year (calc.)	Primary energy factor: 1
	Total electricity (from the grid)	75 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.5
	PV generation (fed-in)	-80 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.5
	Total	2 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Electricity surplus	-5 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	88% of the total final energy (106% of the electricity use)		
Improvement compared to national requirements:	90%	Compared to:	Primary energy coefficient of the reference office building: 30 kg <sub>oe</sub> /m <sup>2</sup> .year This building has 2.8 kg <sub>oe</sub> /m <sup>2</sup> .year (kg <sub>oe</sub> : kg oil equivalent)
Experiences/ lessons learned:	Solar Building XXI has been fulfilling its mission through pedagogy, demonstration and dissemination, focused on the performance of thermal and energy efficiency using passive systems and renewable energy systems integration, its operation and results. There was always the underlying intention of constructing an office building for the laboratory with demonstration activities related to energy efficiency and renewable energy integration, and research in these areas.		
Costs:	Total cost (including taxes) 800 €/m <sup>2</sup>		
Funding:	Design and construction of the building with the support of: EU/FEDER, PRIME programme.		
Awards:	EDP Award: Electricity and Environment. The Solar XXI building is the absolute winner in the category of service buildings. European Award: Building-Integrated Solar Technology 2008. Solar XXI is within the first 5, among 40 projects in 8 countries, having been awarded third place.		
Links to further information:	<a href="http://www.lneg.pt/download/4079/BrochuraSolarXXI_Maio2010.pdf">http://www.lneg.pt/download/4079/BrochuraSolarXXI_Maio2010.pdf</a> <a href="http://www.rehva.eu/publications-and-resources/hvac-journal/2012/032012/solar-xxi-a-portuguese-office-building-towards-net-zero-energy-building/?L=0">http://www.rehva.eu/publications-and-resources/hvac-journal/2012/032012/solar-xxi-a-portuguese-office-building-towards-net-zero-energy-building/?L=0</a>		

## 2.6.19 Sweden

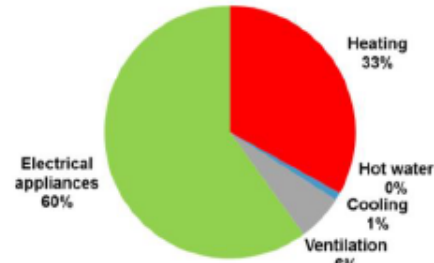
#### 4.19.1 Väla Gård



Author(s):	Åse Togerö, Skanska Sverige AB, <a href="mailto:ase.togero@skanska.se">ase.togero@skanska.se</a> Per Kempe, Projektengagemang AB / Skanska Installation AB				
Illustration:					
Project aim:	Net Zero Energy balance excluding tenant load (operational electricity). No hazardous substances in building materials. No construction waste to landfill. LEED: Platina (highest level)				
Building address:	Kanongatan 100A, 254 67 Helsingborg				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
		X		X	
	Office building				
Building size:	1,750 m <sup>2</sup> heated indoor area				
Building envelope construction:	Walls: 120 mm concrete, 200 mm Graphite EPS + 95 mm mineral wool and wooden panels as cladding. Roof: double pitched with glued laminated timber beam constructions, 520 mm mineral wool. Ground slab: concrete with 350 mm EPS. Windows: triple glazed lowE with argon filling. The gables have solar shading made of perforated weathering steel with a pattern of trees.				
Building envelope U-values:	Wall	0.11 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	0.90 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.08 - 0.10 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.08 W/m <sup>2</sup> .K			
	Glazed entrance	1.00 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The office building has a Demand-Controlled Ventilation (DCV) system, which is controlled by the presence, temperature and CO <sub>2</sub> in the conference rooms. The building has a radiator system with a ground source heat pump and free cooling from the ground source system to the cooling coils in the air handling units. The lighting system consists of energy-efficient light fixtures, which can be dimmed and controlled by presence and daylight. To minimise operational electricity, the main part of the electrical outlets are turned off when the alarm is switched on.				




Included renewable energy technologies:	450 m <sup>2</sup> of PV panels mounted on the southwest slope of the pitched roofs. Peak power of the PV panels is 71 kW <sub>p</sub> and the power generation is 66,678 kWh/year. Heating and DHW are produced by an oversized ground source heat pump system with 22 bore holes that are 180 m deep that also provide cooling.		
Final energy use:	Calculated		Calculation method: IDA ICE 4
	Measured	X	Monitored in year: 2013/2014
	Heating		13.7 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Hot water		0.2 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Cooling		0.4 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Ventilation (fans)		2.4 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Lighting		incl. in electrical appliances
	Electrical appliances		25.4 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Total		42.1 kWh/m <sup>2</sup> .year
	PV power gener.		38.1 kWh/m <sup>2</sup> .year
	thereof self-used		15.6 kWh/m <sup>2</sup> .year
	thereof fed-in		22.5 kWh/m <sup>2</sup> .year
	Electricity from grid		26.5 kWh/m <sup>2</sup> .year
Primary energy use:	Electricity from grid	66.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.5
	Electricity fed-in	56.3 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 2.5
	Total	10.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	90% of total final energy		
Improvement compared to national requirements:	80%	Compared to:	55 kWh/m <sup>2</sup> .year (Swedish national building code for electrically heated buildings) Specific energy use = Building energy (electr.) - PV power generation that can be used the same hour: 16.7 - 5.7 = 11.0 kWh/m <sup>2</sup> .year
Experiences/ lessons learned:	Lessons learned are the importance of early involvement from energy experts and an overall energy plan for implementation, control, follow-up and optimisation. Meetings with the facility manager to check the energy status are essential for finding faulty components, etc. From an economic point of view, Väla Gård is good business for Skanska, resulting in lower rental cost compared to the previous older office in Helsingborg. It has raised people's awareness of NZEBs, providing experiences and inspiration to develop and construct other Deep Green buildings.		
Costs:	Total cost excluding land: 4,360,000 €, or 2,450 €/m <sup>2</sup> . Extra cost for materials, installations, working hours (consultants, advisors and builders) and PV-panels: 245 €/m <sup>2</sup> (10%). Grants are included for PV-panels and follow-up measurements. Extra costs without grants: 300 €/m <sup>2</sup> (12%)		
Funding:	State financed grant for PV panels: 79,000 €, funding from Lågan (state-financed support for very low energy buildings) for follow-up of energy system.		
Marketing efforts:	Approximately 150 site visits, and 80 external presentations during 2 years. Marketed as a 'Sustainability Case Study' at Skanska AB that provides many facts for web visitors. Two papers published in scientific magazines, 78 media articles written about Väla Gård.		
Awards:	Skåne Solar Award 2013, The great Solar Energy Award 2013, by the Swedish Association for Solar Energy, Sweden Green Building Award 2013 in the category 'Best Green Building' (in total) and 'Best building according to LEED'.		
Links to further information:	<a href="http://www.skanska-sustainability-case-studies.com/Vala-Gard-Sweden">http://www.skanska-sustainability-case-studies.com/Vala-Gard-Sweden</a>		



#### 4.19.2 Single-family house in Vallda Heberg passive house residential area



Author(s):	Elsa Fahlén, NCC Construction Julia Östberg, Håkan Jimmefors			
Illustration:	 <p>© Elin Bennewitz/Byggindustrin</p>			
Project aim:	To build a residential area with different types of premises with focus on energy efficiency from planning to operation. All buildings will be certified as passive houses according to the Swedish standard. The goal is that 40% of the energy for heating and hot water will be supplied by solar energy from a local district-heating system.			
Building address:	Guldvingevägen, 434 90 Vallda, Sweden			
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New
	X			X
	Single-family house			
Building size:	140 m <sup>2</sup> living area			
Building envelope construction:	The external walls are load-bearing timber stud walls with 195 + 95 mm mineral wool insulation, façade board, 80 mm glass wool insulation, air gap and timber façade clothing. The roof structure is a cold attic with timber roof trusses and 600 mm blowing wool. There are triple glass windows filled with argon.			
Building envelope U-values:	Wall	0.106 W/m <sup>2</sup> .K		
	Window	0.70 W/m <sup>2</sup> .K		
	Roof/ceiling to the attic	0.066 W/m <sup>2</sup> .K		
	Cellar ceiling/ground slab	0.08 W/m <sup>2</sup> .K		
	Doors	0.80 W/m <sup>2</sup> .K		
Building service systems:	All the dwellings in Vallda Heberg are equipped with a supply and exhaust air ventilation system with a rotating heat exchanger and a heating element. There is a circulating hot water system inside the building which is used for both hot tap water and space heating. There is additional comfort heating in the bathroom floor, which is also connected to the hot water circulation system.			
Included renewable energy technologies:	The energy for heating and hot water in all the premises in the area consists of 100% renewable energy from a local district heating system. 40% of the energy of this system comes from solar thermal collectors located at substations in the area and the remaining 60% comes from a central pellet boiler. According to the residents' contract, the residents were offered to buy electricity from wind power according to their use of electricity.			

Final energy use:	Calculated		Calculation method:	
	Measured	X	Monitored in year:	2013
	Heating		33.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Heating at 59% (red), followed by Hot water at 32% (orange), and Ventilation at 9% (grey).</p>
	Hot water		17.6 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Cooling		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Ventilation		5.1 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Lighting		unknown	
	Electrical appliances (household electricity)		unknown	
Total		55.7 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Solar energy		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	
	Biofuel		30.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 1
	Wind energy		0.0 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: 0
	Total		30.4 kWh/m <sup>2</sup> .year	
Renewable energy contribution ratio:	100% of the total final energy			
Improvement compared to national requirements:	51%	Compared to:	The National Board of Housing (BBR) Maximum specific energy use is 110 kWh/m <sup>2</sup> .year for this region in Sweden, according to BBR18 requirements.	
Experiences/ lessons learned:	The measured energy performance is very close to and even better than the expected energy performance. According to a questionnaire survey, the residents are very satisfied with the indoor climate.			
Costs:	The costs for the passive house design are approximately 10% higher than for the standard design.			
Funding:	Subsidies of 21-23% of the investment costs for solar collectors located at substations in the area. Financial support to evaluate the passive house residential area within a LÅGAN demonstration project (a Swedish programme for building having very low-energy use). Additional financial support from SBUF (the Swedish construction industry's organisation for research and development).			
Marketing efforts:	Study visits, presentations at conferences, articles, etc.			
Awards:	Nominated to the construction project of the year in Sweden, 'Årets bygge' 2013.			
Links to further information:	<a href="http://www.ncc.se/en/">http://www.ncc.se/en/</a> <a href="http://www.eksta.se/pages.aspx?r_id=39985">http://www.eksta.se/pages.aspx?r_id=39985</a> <a href="http://www.laganbygg.se/UserFiles/Presentations/36_Session_10_E.Fahlen.pdf">http://www.laganbygg.se/UserFiles/Presentations/36_Session_10_E.Fahlen.pdf</a>			

## 2.6.20 United Kingdom

#### 4.20.1 University of East London, Stratford New Library, London



Author(s):	Lionel Delorme, Cornelius Kelleher, AECOM				
Illustration:					
Project aim:	The aim of the project was to provide modern library facilities for the students of the university. The building has achieved a design stage BREEAM Excellent (Higher Education 2008).				
Building address:	Stratford Library and Learning Centre, University of East London, Romford Road, London, E15 4LZ				
Building type:	Residential	Non-residential	Public	New	Renovated
			X (students access only)		X
	University library				
Building size:	3,847 m <sup>2</sup> of total useful floor area				
Building envelope construction:	The roof is a well-insulated concrete slab; there are two wall types: insulated brick cavity wall and an insulated glazed spandrel curtain wall. The air permeability certificate was received (based on in-situ testing) and the building achieved an air permeability of 2.9 m <sup>3</sup> /h per m <sup>2</sup> at 50 Pa. The building has a high thermal mass. A combination of windows and roof lights are used to provide daylighting, and there is also a PV array on the roof.				
Building envelope U-values:	Wall	0.24-1.5 W/m <sup>2</sup> .K			
	Window	1.5-1.88 W/m <sup>2</sup> .K			
	Roof/ceiling to the attic	0.17 W/m <sup>2</sup> .K			
	Cellar ceiling/ground slab	0.16 W/m <sup>2</sup> .K			
Building service systems:	The building is heated at the perimeter by Low Temperature Hot Water (LTHW) via radiators, trench heaters or finned tubes in the wall, fed from a gas boiler. Four Air Handling Units (AHUs) supply the ventilation and cooling system for the vast majority of the building via a Variable Air Volume (VAV) system. The systems include heat recovery and use demand control via CO <sub>2</sub> sensors, and provide cooling for the majority of the year.				
Included renewable energy technologies:	On the roof of the building, there is a PV array (409.7 m <sup>2</sup> ). It is expected to produce 12.21 kWh/m <sup>2</sup> (floor area) per year.				

Final energy use:	Calculated	X	Calculation method:	Part L calculation method	
	Measured		Monitored in year:	-	
	Heating (gas)		8.15 kWh/m <sup>2</sup> .year	<p>A pie chart illustrating the distribution of final energy use. The largest portion is Electrical appliances at 31%, followed by Lighting at 28%, Auxiliary at 22%, Hot water at 9%, Heating at 8%, and Cooling at 2%.</p>	
	Hot water (gas)		9.50 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Cooling		2.54 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Ventilation		incl. in auxiliary		
	Auxiliary (fans and pumps)		23.94 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Lighting		30.06 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Electrical appliances (unregulated)		33.85 kWh/m <sup>2</sup> .year		
	Total		108.04 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Primary energy use:	Natural gas		18 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 1.02 -> National Calculation Method (NCM)
	Grid electricity		265 kWh/m <sup>2</sup> .year		Primary energy factor: 2.92 -> National Calculation Method (NCM)
	PV electricity		-36 kWh/m <sup>2</sup> .year	Primary energy factor: -2.92 -> National Calculation Method (NCM)	
	Total		247 kWh/m <sup>2</sup> .year		
Renewable energy contribution ratio:	The PV array is expected to produce 12.21 kWh/m <sup>2</sup> .year, equivalent to 35.65 kWh/m <sup>2</sup> .year of primary energy. This represents 14.4% of the total primary energy demand of 248 kWh/m <sup>2</sup> .year. Compared to the total (regulated) final energy, the ratio is 16.5%.				
Improvement compared to national requirements:	31.3%	Compared to:	Target CO <sub>2</sub> emission rate for the notional building.		
Experiences/ lessons learned:	The library is currently taking part in the Soft Landing programme. This has identified a calibration issue with the energy meters which is being rectified.				
Costs:	Total project cost was £14 million.				
Funding:	Unknown, assumed to be mixed from University and other sources.				
Marketing efforts:	Press releases				
Awards:	Civic Trust Awards 2014 National/International Finals The building has achieved a design stage BREEAM Excellent (Higher Education 2008).				
Links to further information:	<a href="http://www.uel.ac.uk/news/press-releases/2014/03/stratpctadwards.htm">http://www.uel.ac.uk/news/press-releases/2014/03/stratpctadwards.htm</a>				



## ΟΡΟΛΟΓΙΑ

1. **Ενέργεια:** όλες οι μορφές ενεργειακών προϊόντων, τα καύσιμα, η θερμότητα, η ανανεώσιμη ενέργεια, ο ηλεκτρισμός ή οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας,
2. **Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας:** η ακαθάριστη εσωτερική κατανάλωση, εξαιρουμένων των μη ενεργειακών χρήσεων.
3. **Τελική κατανάλωση ενέργειας:** όλη η ενέργεια που παρέχεται στη βιομηχανία, τις μεταφορές, τα νοικοκυριά, τις υπηρεσίες και τη γεωργία. Εξαιρούνται οι παραδόσεις στον τομέα της μετατροπής της ενέργειας και οι ίδιες οι βιομηχανίες ενεργειακών δραστηριοτήτων.
4. **Ενεργειακή απόδοση:** ο λόγος της εκροής επιδόσεων, υπηρεσιών, αγαθών ή ενέργειας προς την εισροή ενέργειας.
5. **Εξοικονόμηση ενέργειας:** ποσότητα εξοικονομούμενης ενέργειας, η οποία προσδιορίζεται με τη μέτρηση ή/και τον κατ' εκτίμηση υπολογισμό της κατανάλωσης πριν και μετά την υλοποίηση ενός μέτρου βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, με ταυτόχρονη εξασφάλιση της σταθερότητας των εξωτερικών συνθηκών που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση.
6. **Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης:** αύξηση της ενεργειακής απόδοσης λόγω τεχνολογικών αλλαγών, αλλαγών στη συμπεριφορά ή/και οικονομικών αλλαγών.
7. **Ενεργειακή υπηρεσία:** το φυσικό όφελος, η χρησιμότητα ή το πλεονέκτημα που προκύπτει από το συνδυασμό ενέργειας με ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία ή με δράση η οποία μπορεί να περιλαμβάνει τις εργασίες, την εγκατάσταση, λειτουργία, συντήρηση και έλεγχο που απαιτούνται για την παροχή της υπηρεσίας αυτής, βάσει συμβάσεως και η οποία υπό κανονικές συνθήκες έχει αποδείξει ότι οδηγεί σε επαληθεύσιμη και μετρήσιμη ή εκτιμώμενη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ή σε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας.
8. **Δημόσιοι φορείς:** οι «αναθέτουσες αρχές, όπως ορίζονται στο άρθρο 2 του π.δ. 60/2007 (Α'64) με το οποίο προσαρμόστηκε η ελληνική νομοθεσία στις διατάξεις της Οδηγίας

2004/18/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 31ης Μαρτίου 2004 (EE L 134 της 30.4.2005), όπως τροποποιήθηκε με την Οδηγία 2005/51/ΕΚ (EE L 257 της 1.10.2005) και την Οδηγία 2005/75/ΕΚ (EE L 323 της 9.12.2005).

9. **Κεντρική δημόσια διοίκηση:** όλες οι διοικητικές υπηρεσίες των οποίων η αρμοδιότητα εκτείνεται σε ολόκληρη την επικράτεια.
10. **Συνολικό ωφέλιμο εμβαδόν δαπέδου:** το εμβαδόν των δαπέδων κτιρίου ή μέρους κτιρίου στο οποίο χρησιμοποιείται ενέργεια για τη ρύθμιση των κλιματικών συνθηκών στο εσωτερικό του.
11. **Σύστημα ενεργειακής διαχείρισης:** το σύνολο των αλληλένδετων ή αλληλεπιδρώντων στοιχείων ενός σχεδίου που θέτει στόχο ενεργειακής απόδοσης και χαράσσει τη στρατηγική επίτευξης του εν λόγω στόχου.
12. **Ευρωπαϊκό πρότυπο:** πρότυπο το οποίο εκδίδεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης, την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης ή το Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποίησης στον τομέα των Τηλεπικοινωνιών και διατίθεται προς δημόσια χρήση.
13. **Διεθνές πρότυπο:** πρότυπο το οποίο έχει εκδοθεί από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης και διατίθεται στο κοινό.
14. **Υπόχρεο μέρος:** διανομέας ενέργειας ή επιχείρηση λιανικής πώλησης ενέργειας που δεσμεύεται από τα καθεστάτα επιβολής της υποχρέωσης ενεργειακής απόδοσης που αναφέρονται στο άρθρο 9.
15. **Εξουσιοδοτηθέν μέρος:** νομικό πρόσωπο στο οποίο έχει ανατεθεί από την Κυβέρνηση ή από άλλο δημόσιο φορέα, εξουσία ανάπτυξης, διαχείρισης ή λειτουργίας ενός χρηματοδοτικού προγράμματος εξ ονόματος της Κυβέρνησης ή του άλλου δημόσιου φορέα.
16. **Συμμετέχον μέρος:** επιχείρηση ή δημόσιος φορέας που δεσμεύεται να επιτύχει ορισμένους στόχους βάσει εθελοντικής συμφωνίας ή καλύπτεται από εθνικό κανονιστικό μέσο πολιτικής.



17. **Δημόσια αρχή επιβολής:** φορέας ο οποίος διέπεται από το δημόσιο δίκαιο και είναι υπεύθυνος για την επιβολή ή την παρακολούθηση της φορολόγησης της ενέργειας ή του άνθρακα, των χρηματοδοτικών καθεστώτων και μέσων, των φορολογικών κινήτρων, προτύπων και κανόνων, των καθεστώτων ενεργειακής σήμανσης, της εκπαίδευσης ή της κατάρτισης.
18. **Μέτρο πολιτικής:** κανονιστικό, χρηματοδοτικό, δημοσιονομικό, εθελοντικό ή ενημερωτικό μέσο, το οποίο δημιουργεί ένα υποστηρικτικό πλαίσιο, απαίτηση ή κίνητρο για τους παράγοντες της αγοράς, ώστε να παρέχουν και να αγοράζουν ενεργειακές υπηρεσίες και να αναλαμβάνουν άλλα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
19. **Επιμέρους δράση:** δράση η οποία οδηγεί σε βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης που μπορούν να επαληθευτούν και να μετρηθούν ή να εκτιμηθούν και η οποία πραγματοποιείται ως αποτέλεσμα μέτρου πολιτικής.
20. **Διανομέας ενέργειας:** φυσικό ή νομικό πρόσωπο, συμπεριλαμβανομένου του διαχειριστή δικτύου διανομής που είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά ενέργειας, με σκοπό τη διάθεσή της σε τελικούς καταναλωτές και σταθμούς διανομής που πωλούν ενέργεια σε τελικούς καταναλωτές.
21. **Διαχειριστής συστήματος διανομής:** ο «διαχειριστής δικτύου διανομής» όπως ορίζεται στην περίπτωση στ' της παρ. 1 του άρθρου 2 του ν. 4001/2011 (Α' 179) με τον οποίο ενσωματώθηκαν στην ελληνική νομοθεσία οι διατάξεις της Οδηγίας 2009/72/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13ης Ιουλίου 2009 (ΕΕ L 211 της 14.8.2009) και της Οδηγίας 2009/73/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 13<sup>ης</sup> Ιουλίου 2009 (ΕΕ L 211 της 14.8.2009).
22. **Επιχείρηση λιανικής πώλησης ενέργειας:** το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που πωλεί ενέργεια σε τελικούς καταναλωτές.
23. **Τελικός καταναλωτής:** κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που καταναλώνει ενέργεια για δική του τελική χρήση.

24. **Πάροχος ενεργειακών υπηρεσιών:** το φυσικό ή νομικό πρόσωπο που παρέχει ενεργειακές υπηρεσίες ή και άλλα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης σε εγκαταστάσεις ή κτίρια τελικών καταναλωτών.
25. **Ενεργειακός έλεγχος:** η συστηματική διαδικασία με σκοπό την απόκτηση επαρκούς γνώσης του υφιστάμενου συνόλου χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μίας ομάδας κτιρίων, μίας βιομηχανικής ή εμπορικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, καθώς και ιδιωτικών ή δημόσιων υπηρεσιών, με την οποία εντοπίζονται και προσδιορίζονται ποσοτικά οι οικονομικώς αποδοτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, και με την οποία συντάσσεται έκθεση αποτελεσμάτων.
26. **Μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις ή ΜΜΕ:** επιχειρήσεις όπως ορίζονται στον τίτλο Ι του Παραρτήματος της σύστασης 2003/361/ΕΚ της Επιτροπής της 6ης Μαΐου 2003 σχετικά με τον ορισμό των πολύ μικρών, των μικρών και των μεσαίων επιχειρήσεων (ΕΕ L 124 της 20.5.2003), σύμφωνα με τον οποίο η κατηγορία των πολύ μικρών, μικρών και μεσαίων αποτελείται από επιχειρήσεις που απασχολούν λιγότερους από 250 εργαζομένους και των οποίων ο ετήσιος κύκλος εργασιών δεν υπερβαίνει τα 50 εκατομμύρια ευρώ ή το σύνολο του ετήσιου ισολογισμού δεν υπερβαίνει τα 43 εκατομμύρια ευρώ.
27. **Σύμβαση ενεργειακής απόδοσης:** συμβατική συμφωνία που καταρτίζεται μεταξύ του δικαιούχου και του παρόχου ενεργειακών υπηρεσιών, η οποία επαληθεύεται και παρακολουθείται καθ' όλη τη διάρκεια ισχύος της σύμβασης, στο πλαίσιο της οποίας πραγματοποιούνται πληρωμές για επενδύσεις (έργο, προμήθεια ή υπηρεσία) για μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, οι οποίες συνδέονται με ένα συμβατικώς συμφωνηθέν επίπεδο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ή με άλλο συμφωνηθέν κριτήριο ενεργειακής απόδοσης, όπως η εξοικονόμηση χρημάτων.
28. **Έξυπνο σύστημα μέτρησης ή ευφυές σύστημα μέτρησης:** ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο είναι ικανό να μετρά την κατανάλωση ενέργειας, παρέχοντας περισσότερες πληροφορίες από ένα συμβατικό μετρητή και είναι ικανό να μεταδίδει και να λαμβάνει δεδομένα χρησιμοποιώντας μορφότυπο ηλεκτρονικής επικοινωνίας.
29. **Διαχειριστής συστήματος μεταφοράς:** ο «διαχειριστής συστήματος ενέργειας» όπως ορίζεται στην περίπτωση ε' της παρ. 1 του άρθρου 2 του ν. 4001/2011.

30. **Συμπαραγωγή:** η ταυτόχρονη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας στο πλαίσιο μίας μόνο διαδικασίας.
31. **Οικονομικά δικαιολογημένη ζήτηση:** η ζήτηση που δεν υπερβαίνει τις ανάγκες θέρμανσης ή ψύξης και η οποία διαφορετικά θα ικανοποιούνταν, σύμφωνα με τις συνθήκες της αγοράς, με διαδικασίες παραγωγής ενέργειας διαφορετικές από τη συμπαραγωγή.
32. **Ωφέλιμη θερμότητα:** θερμότητα που παράγεται στο πλαίσιο διαδικασίας συμπαραγωγής, προκειμένου να ικανοποιήσει μία οικονομικά δικαιολογημένη ζήτηση για θέρμανση ή ψύξη.
33. **Ηλεκτρική ενέργεια από συμπαραγωγή:** η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται στο πλαίσιο μίας διαδικασίας συνδεδεμένης με την παραγωγή ωφέλιμης θερμότητας και υπολογίζεται, σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στο Παράρτημα Ι.
34. **Συμπαραγωγή υψηλής απόδοσης:** η συμπαραγωγή που πληροί τα κριτήρια του Παραρτήματος ΙΙ.
35. **Ολικός βαθμός απόδοσης:** ο λόγος της ετήσιας ποσότητας παραγόμενης ηλεκτρικής και μηχανικής ενέργειας και παραγόμενης ωφέλιμης θερμότητας προς το ενεργειακό περιεχόμενο των καυσίμων που χρησιμοποιούνται, για την παραγωγή θερμότητας στο πλαίσιο διαδικασίας συμπαραγωγής, καθώς και για την ακαθάριστη παραγωγή ηλεκτρικής και μηχανικής ενέργειας.
36. **Λόγος ηλεκτρικής ενέργειας προς θερμότητα:** ο λόγος της ηλεκτρικής ενέργειας από συμπαραγωγή προς την ωφέλιμη θερμότητα, υπό πλήρη κατάσταση λειτουργίας συμπαραγωγής, με χρήση των λειτουργικών δεδομένων της συγκεκριμένης μονάδας.
37. **Μονάδα συμπαραγωγής:** μονάδα που μπορεί να λειτουργεί ως μονάδα συμπαραγωγής.
38. **Μονάδα συμπαραγωγής μικρής κλίμακας:** η μονάδα συμπαραγωγής με εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη από ένα μεγαβάτ (1 MWe).
39. **Μονάδα συμπαραγωγής πολύ μικρής κλίμακας:** η μονάδα συμπαραγωγής με μέγιστη ηλεκτρική ισχύ μικρότερη από πενήντα κιλοβάτ (50 kWe).

40. **Συντελεστής δόμησης:** ο λόγος της συνολικής επιφάνειας δόμησης προς το εμβαδόν οικοπέδου ή γηπέδου σε μία συγκεκριμένη περιοχή.
41. **Αποδοτικό σύστημα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης:** σύστημα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης που χρησιμοποιεί τουλάχιστον πενήντα τοις εκατό (50%) ανανεώσιμη ενέργεια είτε πενήντα τοις εκατό (50%) απορριπτόμενη θερμότητα είτε εβδομήντα πέντε τοις εκατό (75%) συμπαραγόμενη θερμότητα είτε συνδυαστικά πενήντα τοις εκατό (50%) από τις παραπάνω μορφές θερμότητας και ανανεώσιμης ενέργειας.
42. **Αποδοτική θέρμανση και ψύξη:** η επιλογή θέρμανσης και ψύξης η οποία, συγκρινόμενη με ένα σενάριο βάσης αντιπροσωπευτικό της συνήθους δραστηριότητας, μειώνει κατά τρόπο μετρήσιμο τη χρήση πρωτογενούς ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή μίας μονάδας παρεχόμενης ενέργειας εντός των ορίων ενός συστήματος κατά τρόπο οικονομικώς αποδοτικό, σύμφωνα με την αξιολόγηση της ανάλυσης κόστους - οφέλους που αναφέρεται στο άρθρο 15, λαμβάνοντας υπόψη την ενέργεια που χρειάζεται για την εξόρυξη, τη μετατροπή, τη μεταφορά και τη διανομή.
43. **Αποδοτική ατομική θέρμανση και ψύξη:** η επιλογή ατομικής θέρμανσης και ψύξης η οποία, συγκρινόμενη με την αποδοτική τηλεθέρμανση και τηλεψύξη, μειώνει κατά τρόπο μετρήσιμο τη χρήση πρωτογενούς μη ανανεώσιμης ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή μίας μονάδας παρεχόμενης ενέργειας εντός των ορίων ενός συστήματος ή απαιτεί τη χρήση ίδιας πρωτογενούς μη ανανεώσιμης ενέργειας, αλλά με μικρότερο κόστος, λαμβάνοντας υπόψη την ενέργεια που χρειάζεται για την εξόρυξη, τη μετατροπή, τη μεταφορά και τη διανομή.
44. **Ουσιαστική ανακαίνιση:** ανακαίνιση της οποίας το κόστος υπερβαίνει το πενήντα τοις εκατό (50%) του κόστους επένδυσης νέας συγκρίσιμης μονάδας.
45. **Φορέας συγκέντρωσης:** πάροχος υπηρεσιών στον τομέα της ζήτησης ο οποίος συνδυάζει πολλαπλά βραχείας διάρκειας φορτία καταναλωτών προς πώληση ή εκπλειστηριασμό σε οργανωμένες αγορές ενέργειας.

## ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

**ΕΕ** - Ευρωπαϊκή Ένωση

**ΑΠΕ** - Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

**ZEB** - **Z**ero **E**nergy **B**uilding

**Nzeb** - **n**early **Z**ero **E**nergy **B**uilding

**PF** - **P**ower **F**actor

**ERPI** - **E**lectric **P**ower **R**esearch **I**nstitute

**NZEB** - **N**et **Z**ero **E**nergy **B**uilding

**ASHRAE** - **A**merican **S**ociety of **H**eating **R**efrigerating and **A**ir - conditioning **E**ngineers

**MEMS** - **M**icro **E**lectro **M**echanical **S**ystems

**NEMS** - **N**ano **E**lectro **M**echanical **S**ystems

**LED** - **L**ight **E**mitting **D**iode

**OLED** - **O**rganic **L**ight **E**mitting **D**iode

**PLED** - **P**olymer **L**ight **E**mitting **D**iode

