



ΚΤΙΡΙΑ ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ιδέα για το κτίριο μηδενικής ενέργειας προέκυψε από την ανάγκη για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των παραγόμενων εκπομπών CO₂ στον κτιριακό τομέα, καθώς και από την αντίληψη ότι τα κτίρια μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές τους ανάγκες από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Στο άρθρο αναλύονται οι ισχύοντες ορισμοί, η μεθοδολογία για την κατάταξη ενός κτιρίου, καθώς και παραδείγματα κτιρίων ανά τον κόσμο.

Άρθρο των: ΙΩΑΝΝΗ ΚΟΣΜΟΠΟΥΛΟΥ, υποψ. διδάκτορα Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ., ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΠΑΠΑΚΩΣΤΑ, επικ. καθηγητή Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ.

Το κτίριο Green Lighthouse του Πανεπιστημίου της Κοπεγχάγης είναι το πρώτο δημόσιο κτίριο της Δανίας μηδενικής εκπομπής CO₂.
Αρχιτεκτονική μελέτη: Christensen & Co Architects.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΚΑΙ ΕΚΛΥΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλύομενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	-
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0.70	0,347

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 1 / 2010

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ NZEB ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε.		
Α.Π.Ε. εντός του χώρου εγκατάστασης του κτιρίου	Κατηγορία Α	Χρήση Α.Π.Ε. άμεσα διαθέσιμων και συνδεδεμένων με το δίκτυο ηλεκτρισμού / ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου, εγκατεστημένων επάνω στο κτίριο (π.χ. φωτοβολταϊκών, ηλιακών θερμοσιφώνων, ανεμογεννητριών).
	Κατηγορία Β	Όπως στο Α αλλά και Α.Π.Ε. διαθέσιμες και συνδεδεμένες στο κτίριο από κοντινή περιοχή και όχι απαραίτητα εγκατεστημένες στο ίδιο το κτίριο (κοντινά πάρκα με φωτοβολταϊκά, ανεμογεννήτριες, υδροηλεκτρικές εγκαταστάσεις).
Α.Π.Ε. εντός και εκτός του χώρου εγκατάστασης του κτιρίου	Κατηγορία C	Όπως στην κατηγορία Α και Β. Επιπλέον αγορά και εισαγωγή Α.Π.Ε. διαθέσιμων εκτός του χώρου εγκατάστασης του κτιρίου, για την παραγωγή ενέργειας στο κτίριο (π.χ. βιομάζα, συσσωματώματα βιομάζας (pellet), αιθανόλη, βιοντζελ, που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανσης).
	Κατηγορία D	Όπως στις περιπτώσεις Α, Β και C. Επιπλέον αγορά Α.Π.Ε. εκτός του χώρου εγκατάστασης και άλλων "πράσινων" επιλογών, πιστοποιημένων από το Green-E ή παρεμφερή προγράμματα (π.χ. αγορά ανεμογεννητριών / φωτοβολταϊκών εγκατεστημένων στο δίκτυο, αγορά δικαιωμάτων ρύπανσης).

Τα κτίρια αποτελούν το μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας στην Ευρώπη, με ποσοστό περίπου 40% επί της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Παράλληλα, στη διάρκεια του 20ου αιώνα, τα επίπεδα CO₂ στην ατμόσφαιρα αυξήθηκαν κατά 25%. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα στατιστικά στοιχεία, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο συμφώνησε το Μάιο του 2010 για την αναμόρφωση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (Energy Performance of Buildings Directive) του 2002 και προτάθηκε όλα τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους μετά τις 31 Δεκεμβρίου του 2018, να είναι "κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (Nearly Zero Energy Buildings)", δηλαδή κτίρια πολύ υψηλής ενεργειακής απόδοσης, στα οποία η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται θα πρέπει να παράγεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) διαθέσιμες επιτόπου ή κοντά στο κτίριο. Επίσης συμφωνήθηκε ότι το ίδιο θα πρέπει να ισχύει για όλα τα νέα κτίρια του ιδιωτικού τομέα έως τις 31 Δεκεμβρίου 2020.

Ορισμός του κτιρίου μηδενικής ενέργειας

Παρά τη χρήση του συναρπαστικού όρου "κτί-

ριο μηδενικής ενέργειας", δεν υπάρχει ένας κοινά αποδεκτός ορισμός ή μία κοινή αντίληψη για τη σημασία του. Κατ' αρχάς, πρέπει να διευκρινιστεί ότι ένα κτίριο μηδενικής ενέργειας, δεν είναι ένα κτίριο στο οποίο η κατανάλωση ενέργειας είναι μηδενική ή σχεδόν μηδενική. Κάτι τέτοιο είναι –ακόμη– ουτοπιστικό. Κατά την ευρεία έννοια, ένα κτίριο συνολικής μηδενικής ενέργειας (Net Zero Energy Building -NZEB) μπορεί να οριστεί ως κατοικία ή εμπορικό κτίριο με κατά το δυνατόν ελαχιστοποιημένες ενεργειακές απαιτήσεις, οι οποίες μπορούν να καλυφθούν σε πολύ μεγάλο βαθμό, έως και να υπερκαλυφθούν, από τεχνολογίες χρήσης Α.Π.Ε. Τυπικά παραδείγματα τέτοιων τεχνολογιών είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα θερμικά ηλιακά, οι ανεμογεννήτριες, τα υδροηλεκτρικά, η γεωθερμία, τα βιοκαύσιμα, η βιομάζα, τα συσσωματώματα βιομάζας κ.ά. Για το χαρακτηρισμό ενός κτιρίου ως NZEB έχουν αναπτυχθεί τέσσερις ορισμοί, οι οποίοι χρησιμοποιούνται συχνά. Δεν υπάρχει καλύτερος και χειρότερος ορισμός και το ποιος ορισμός χρησιμοποιείται εξαρτάται από το στόχο που έχει θέσει και επιθυμεί να επιτύχει ο ιδιοκτήτης ή ο σχεδιαστής του εκάστοτε NZEB:

- **Συνολική μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατάστασης του κτιρίου (net zero site energy).** Το κτίριο παράγει από Α.Π.Ε., διαθέσιμες στο χώρο εγκατάστασης του κτιρίου, τουλάχιστον τόση ενέργεια όση καταναλώνει στη διάρκεια ενός έτους.
- **Συνολική μηδενική ενέργεια στο χώρο παραγωγής (net zero source energy).** Το κτίριο παράγει (ή και αγοράζει) τουλάχιστον τόση ανανεώσιμη ενέργεια, όση καταναλώνει στη διάρκεια ενός έτους, αναγόμενη σε πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνεται για την εξαγωγή και την επεξεργασία ενεργειακών φυσικών πόρων και για την παραγωγή και τη διανομή ενέργειας στο κτίριο. Για τον υπολογισμό της πρωτογενούς ενέργειας, η εισαγόμενη από το δίκτυο στο κτίριο και η εξαγόμενη από το κτίριο προς το δίκτυο ενέργεια, πολλαπλασιάζονται με κατάλληλους συντελεστές μετατροπής, που σχετίζονται με τους συμβατικούς πόρους ή τις Α.Π.Ε. που χρησιμοποιούνται.
- **Συνολικό μηδενικό ενεργειακό κόστος (net zero energy costs).** Σε ένα κτίριο μηδενικής ενέργειας με συνολικό μηδενικό ενεργειακό κόστος τα χρήματα που το δίκτυο πληρώνει στον ιδιοκτήτη του κτιρίου για την ενέργεια από Α.Π.Ε. πρέπει να είναι τουλά-



στον ίσα με αυτά που πληρώνει ο ιδιοκτήτης του κτιρίου στο δίκτυο σε ένα χρόνο.

- **Συνολικές μηδενικές ενεργειακές εκπομπές (net zero energy emissions).** Ένα τέτοιο κτίριο παράγει (ή αγοράζει) τόση "καθαρή" ενέργεια από Α.Π.Ε., όση χρειάζεται για να αντισταθμίσει τις εκπομπές ρύπων από τη χρήση "μη καθαρής" ενέργειας σε ένα έτος. Οξείδια του άνθρακα, του αζώτου και του θείου είναι οι πιο συνηθισμένοι ρύποι, που στοχεύουν να αντισταθμίζουν τα κτίρια μηδενικής ενέργειας με συνολικά μηδενικές ενεργειακές εκπομπές.

Για τον υπολογισμό των συνολικών εκπομπών, η εισαγόμενη από το δίκτυο στο κτίριο και η εξαγόμενη από το κτίριο προς το δίκτυο ενέργεια, πολλαπλασιάζονται με τις τιμές των εκλυόμενων ρύπων που σχετίζονται με τους συμβατικούς πόρους ή τις Α.Π.Ε. που χρησιμοποιούνται.

Κατάταξη του κτιρίου συνολικής μηδενικής ενέργειας

Ανεξάρτητα από τον ορισμό στον οποίο εμπίπτει, ένα NZEB μπορεί να κατηγοριοποιηθεί με βάση τις Α.Π.Ε. που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Αυτή η κατηγοριοποίηση γίνεται ως προτρο-

πή προς τους σχεδιαστές / ιδιοκτήτες NZEB να στραφούν πρώτα στην εκμετάλλευση άμεσα διαθέσιμων και τοπικών πηγών ενέργειας, και μετά να διερευνήσουν δυσκολότερες και πιο απομακρυσμένες επιλογές. Σύμφωνα με αυτό το σύστημα τα NZEB διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: A, B, C και D.

Γενικά, δεν υπάρχει βέλτιστος ορισμός ούτε βέλτιστη κατηγορία για τα NZEB, όπως επίσης δεν υπάρχει ακόμη ένας ενιαίος ορισμός και μια ενιαία τυποποιημένη μεθοδολογία για τον έλεγχο και χαρακτηρισμό ενός κτιρίου ως NZEB. Ο ορισμός ή η κατηγορία που θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται συνήθως από τους στόχους που τίθενται από την ομάδα σχεδιασμού ή τον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Για παράδειγμα, οι ιδιοκτήτες ενδιαφέρονται κυρίως για την απόσβεση του κόστους λειτουργίας και κατασκευής, ενώ οι ευαισθητοποιημένες περιβαλλοντικά επιχειρήσεις για την αποφυγή έκλυσης ρύπων. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζονται οι διαθέσιμες επιλογές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας από Α.Π.Ε. Μεταξύ όλων των ορισμών και των κατηγοριών NZEB επικρατεί μία γενική παραδοχή: πρώτα εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου και μετά η αντιστάθμισή τους από Α.Π.Ε. Οι χρήστες και οι σχε-

διαστές των NZEB πρέπει πρώτα να κάνουν χρήση όλων των διαθέσιμων μεθόδων και τεχνολογιών για τη μέγιστη ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου και μετά να εφαρμόσουν τις Α.Π.Ε., δίνοντας προτεραιότητα στις ενεργειακές πηγές που είναι διαθέσιμες πολύ κοντά ή επάνω στο ίδιο το κτίριο. Μ' αυτό τον τρόπο ελαχιστοποιούνται το κόστος και οι απώλειες που προκύπτουν από τη μεταφορά και τη μετατροπή της ενέργειας. Επίσης πρέπει πάντοτε να εξετάζεται εάν εξασφαλίζεται η διαθεσιμότητα των χρησιμοποιούμενων τεχνολογιών σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

Έλεγχος και χαρακτηρισμός του κτιρίου συνολικής μηδενικής ενέργειας

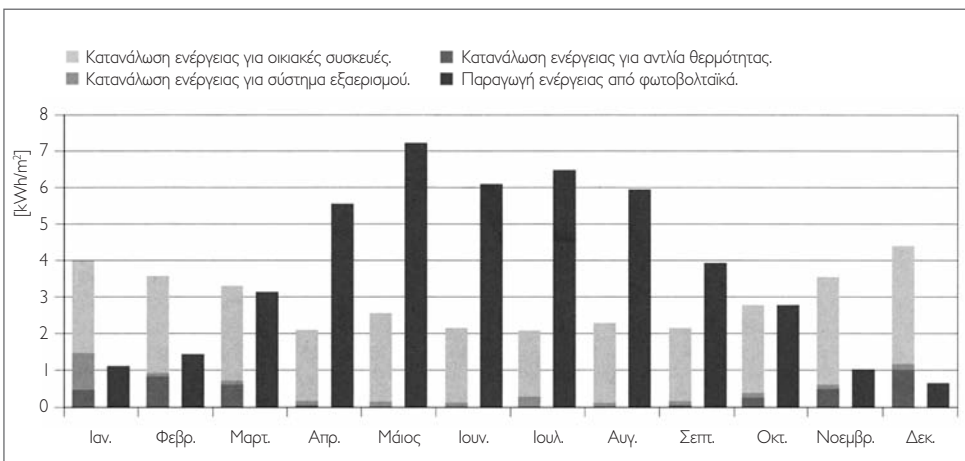
Όσον αφορά στον έλεγχο και τον χαρακτηρισμό ενός κτιρίου ως NZEB, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα περισσότερα NZEB εμπίπτουν στους ορισμούς:

- της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στο χώρο εγκατάστασης του κτιρίου και
 - του μηδενικού ενεργειακού κόστους.
- Συνήθως η διαδικασία ελέγχου είναι:
- α) προσδιορισμός των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου ή με τη χρήση λογισμικού προσομοίωσης (EnergyPlus, TRNSYS κ.ά.) ή από προηγούμενες βιβλιογραφικές παρόμοιες

- 1 Κτίριο κατοικίας στην πόλη Riehen της Ελβετίας.
- 2 Ενεργειακό ισοζύγιο κτιρίου κατοικίας στην πόλη Riehen της Ελβετίας. (πηγή: Net Zero Energy Buildings, σ. 57).
- 3 Το σχολείο του Hohen Neuendorf στο Βερολίνο.
- 4 Ενεργειακό ισοζύγιο του σχολείου του Hohen Neuendorf στο Βερολίνο. (πηγή: Net Zero Energy Buildings, σ. 166).



1
2



μελέτες ή με τη χρήση λογαριασμών κατανάλωσης ενέργειας,
 β) υπολογισμός της παραγόμενης ενέργειας από Α.Π.Ε. που εξάγεται στο δίκτυο ανά έτος και
 γ) σύγκριση της παραγόμενης ενέργειας με την καταναλισκόμενη για τον πρώτο ορισμό και αναγωγή ενέργειας στο κόστος για το δεύτερο.
 Για το χρόνο ελέγχου, το ένα έτος είναι η πιο συνηθισμένη και αποδεκτή χρονική περίοδος. Σε περιπτώσεις έντονων μεταβολών στην ετήσια χρήση ενέργειας ενός κτιρίου από χρόνο σε χρόνο (ψυχρότερες και μεγαλύτερες θερμοκρασίες περιόδου, θερμότερα καλοκαίρια ή μεταβολή των χρηστών του κτιρίου) η περίοδος υπολογισμών μπορεί να επεκταθεί έως τα 50 έτη χρήσης του κτιρίου.
 Οι ορισμοί της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης στο χώρο εγκατάστασης του κτιρίου και του μηδενικού ενεργειακού κόστους είναι και οι πιο εύκολα εφαρμόσιμοι και ευρύτερα κατανοητοί, καθώς δεν απαιτούν τη μετατροπή των μονάδων που συγκρίνονται σε άλλες με τη χρήση συντελεστών. Η σύγκριση είναι απλή, kWh με kWh

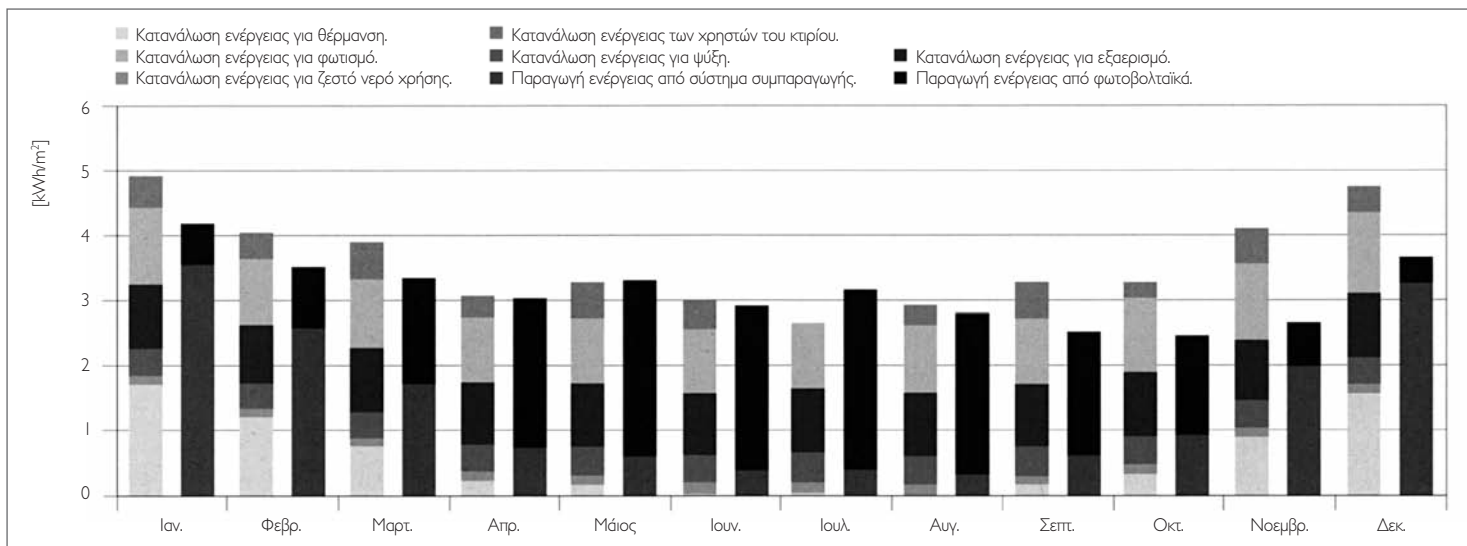
και χρηματική μονάδα με χρηματική μονάδα. Όσον αφορά στους ορισμούς για τη μηδενική πρωτογενή ενέργεια και τις μηδενικές εκπομπές, γίνεται αναγωγή της ενέργειας χρήσης σε πρωτογενή ενέργεια και σε ισοδύναμες μονάδες CO₂ αντίστοιχα, από την εξαγωγή των ενεργειακών πόρων μέχρι την τελική τους χρήση για παραγωγή και διανομή της ενέργειας, με τους συντελεστές που παρουσιάζονται σε σχετικό πίνακα και ισχύουν για την Ελλάδα. Σε άλλες χώρες συνήθως χρησιμοποιούνται διαφορετικοί συντελεστές μετατροπής.
 Ωστόσο, υπάρχουν δύο συγκεκριμένα ζητήματα που αφορούν στο ισοζύγιο πρωτογενούς ενέργειας. Το πρώτο είναι η αλλαγή των συντελεστών αναγωγής της ενέργειας σε πρωτογενή με το χρόνο, ως αποτέλεσμα της μεταβολής των χαρακτηριστικών των ενεργειακών υποδομών (π.χ. θερμοηλεκτρικοί σταθμοί με καλύτερο βαθμό απόδοσης ή μεταβολή του μείγματος τεχνολογιών και καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας). Το δεύτερο ζήτημα είναι η υποτίμηση των Α.Π.Ε. όπως φωτοβολταϊκών, υδροηλεκτρικών και ανεμογεννητριών με τη χρήση της πρωτογενούς ενέργειας ως μονάδας μέ-

τρησης, και αυτό διότι 1 μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς πόρους αντιστοιχεί με 2 - 3 μονάδες πρωτογενούς, επειδή τόσο χρειάζεται για την παραγωγή της, ενώ 1 μονάδα ενέργειας από Α.Π.Ε. αντιστοιχεί σε 1 μονάδα πρωτογενούς. Έτσι, για να αντισταθμιστεί η πρωτογενής ενέργεια που καταναλώνει ένα κτίριο για ηλεκτρισμό, θα έπρεπε να παράγει 2,5 με 3 φορές περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από Α.Π.Ε. με τους ισχύοντες συντελεστές.
 Για να επιλυθεί αυτό το ζήτημα προτάθηκε (Segers 2008) η ενέργεια, που παράγεται στο κτίριο από Α.Π.Ε., να θεωρείται ως ενέργεια που δεν λαμβάνεται από το δίκτυο, το οποίο συνήθως χρησιμοποιεί συμβατικές πηγές ενέργειας. Μ' αυτή τη λογική χρησιμοποιούνται υψηλότεροι συντελεστές αναγωγής για τη συνεισφορά των Α.Π.Ε. στο ενεργειακό ισοζύγιο και διευκολύνεται ο χαρακτηρισμός ενός κτιρίου ως NZEB. Για παράδειγμα, ο συντελεστής μετατροπής για την ηλεκτρική ενέργεια θεωρείται ίσος με 2,5, δηλαδή 1 μονάδα ηλεκτρισμού από Α.Π.Ε. συμβάλλει στην αποφυγή χρήσης 2,5 μονάδων ηλεκτρισμού από συμβατικές πηγές.



3

4



Παραδείγματα κτιρίων συνολικής μηδενικής ενέργειας

Κατοικία στην Ελβετία

Το κτίριο κατοικίας σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε στην πόλη Riehen της Ελβετίας, από τα αρχιτεκτονικά γραφεία Setz Architektur και Ruperswil, με σκοπό τη μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατάστασής του. Είναι ένα κτίριο δύο κατοικιών, σχεδιασμένο με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού για μέγιστη ενεργειακή απόδοση, στο οποίο εγκαταστάθηκε γεωθερμική αντλία θερμότητας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης του κτιρίου και ενός μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης, θερμικά ηλιακά (8 m²) για την κάλυψη των κύριων αναγκών ζεστού νερού χρήσης, και φωτοβολταϊκό σύστημα (14 kW_p) για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια. Το κτίριο σε δύο χρόνια λειτουργίας του παρήγαγε περίπου 30% περισσότερη ενέργεια (115 kWh/m²) από όση κατανάλωσε ετησίως (87 kWh/m²).

Σχολείο στο Βερολίνο

Ένα κτίριο, το οποίο σχεδιάστηκε με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας στο χώρο παραγωγής και με συνολικές μηδενικές ενεργεια-

κές εκπομπές, είναι το σχολείο του Hohen Neuendorf στο Βερολίνο, από τους IBUS Architekten und Ingenieure, του οποίου η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 2011. Στο σχεδιασμό του εφαρμόστηκαν οι αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, ενώ η παραγωγή θερμικής ενέργειας στο κτίριο γίνεται από λέβητα με συσσωματώματα βιομάζας, ισχύος 220 kW_{th}. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό, τη χρήση συσκευών, το θερινό κλιματισμό και αερισμό, επιτυγχάνεται με μηχανή συμπαραγωγής με συσσωματώματα βιομάζας (10 kW_{th}) και με φωτοβολταϊκό σύστημα στη στέγη του κτιρίου (55 kW_p). Η ενεργειακή προσομοίωση του κτιρίου έδειξε ότι υπάρχει έλλειμμα 6 kWh πρωτογενούς ενέργειας/m² ετησίως, το οποίο αντιστοιχεί σε 2 kg CO₂/m² ετησίως. Αυτά τα αποτελέσματα προέκυψαν μετά από την αναγωγή της παραγόμενης και καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτίριο σε πρωτογενή και τον υπολογισμό των εκλυόμενων ρύπων ανά μονάδα ενέργειας. Εάν η κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο δεν μειωθεί, το έλλειμμα πρέπει να αντισταθμιστεί με επιπλέον παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά 16 kW_p.

Οικιστικό συγκρότημα στη Δανία

Στο Aalborg της Δανίας, οι αρχιτέκτονες C. F. Møller σε συνεργασία με εταιρείες όπως Phillips, Schüco κ.ά., πρότειναν ένα κτίριο, σχεδιασμένο με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, με 60 οικιστικές μονάδες, που θα καλύπτουν τις ενεργειακές τους ανάγκες από Α.Π.Ε. εγκατεστημένες στο κτίριο. Το συγκρότημα σχεδιάστηκε για σχεδόν μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατάστασης. Όλη η οροφή θα είναι καλυμμένη με φωτοβολταϊκά έκτασης 1.200 m², που θα παράγουν 104.000 kWh ετησίως, καλύπτοντας πλήρως τις 1.740 kWh ηλεκτρισμού που χρειάζεται κάθε οική ετησίως. Επίσης θερμικά ηλιακά συστήματα θα καλύπτουν τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης. Παράλληλα, τέσσερις ανεμογεννήτριες θα παράγουν ενέργεια για επαναφόρτιση ηλεκτρικών αυτοκινήτων στον οικισμό.

Κτίριο Masdar Headquarters στο Άμπου Ντάμπι

Οι Adrian Smith και Gordon Gill σχεδιάζουν το κτίριο Masdar Headquarters έξω από την πόλη Άμπου Ντάμπι, το οποίο όχι μόνο θα παράγει περισσότερη ενέργεια απ' ό,τι καταναλώνει, αλλά

1

Κτίριο Masdar Headquarters έξω από την πόλη του Άμπου Ντάμπι.

2

Τομή του κτιρίου Masdar Headquarters - ενεργειακά συστήματα.

3

Ο ουρανοξύστης Pearl River Tower στην πόλη Guangzhou της Κίνας.

4

Το Ερευνητικό Κέντρο του Εθνικού Εργαστηρίου Ανανεώσιμης Ενέργειας του Υπουργείου Ενέργειας των Η.Π.Α αποτελεί το μεγαλύτερο κτίριο σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο.

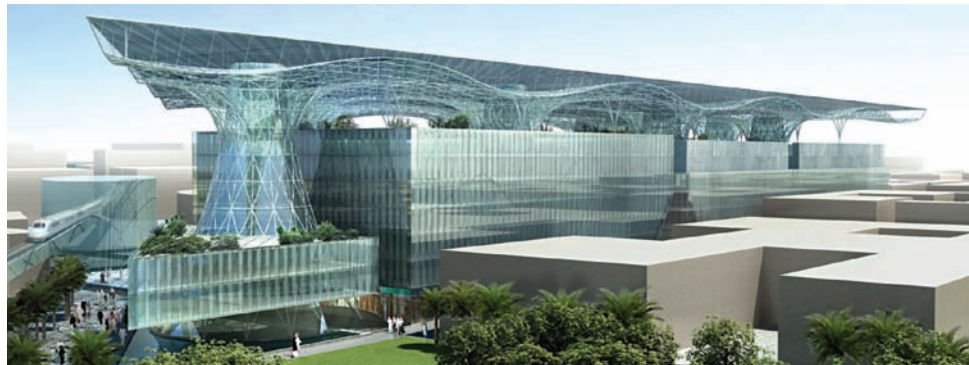
Η ενεργειακή αυτονομία του κτιρίου πηγάζει από τη χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων σε ολόκληρη την οροφή και στα στέγαστρα του χώρου στάθμευσης. Αρχιτεκτονική μελέτη: RNL Architects.

5

Το βραβείο διαγωνισμού για κτίριο γραφείων μηδενικής κατανάλωσης, στο Aarhus της Δανίας. 1.100 m² φωτοβολταϊκών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και 420 m² ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση νερού.

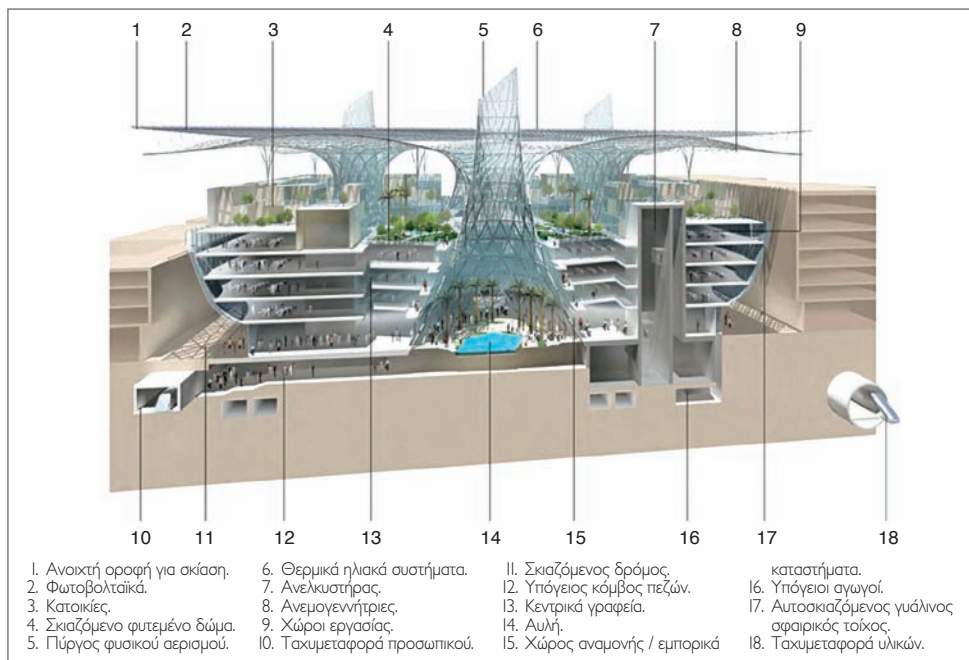
Αρχιτεκτονική μελέτη:

Schmidt hammer lassen architects.



1

2



1. Ανοικτή οροφή για σκίαση.
2. Φωτοβολταϊκά.
3. Κατοικίες.
4. Σκιαζόμενο φυτεμένο δώμα.
5. Πύργος φυσικού αερισμού.

6. Θερμικά ηλιακά συστήματα.
7. Ανελκυστήρας.
8. Ανεμογεννήτριες.
9. Χώροι εργασίας.
10. Ταχυμεταφορά προσωπικού.

11. Σκιαζόμενος δρόμος.
12. Υπόγειος κόμβος πεζών.
13. Κεντρικά γραφεία.
14. Αυλή.
15. Χώρος αναμονής / εμπορικό

16. Υπόγειοι αγωγοί.
17. Αυτοσκιαζόμενος γυάλινος σφαιρικός τοίχος.
18. Ταχυμεταφορά υλικών.

θα είναι και το πρώτο κτίριο που θα παράγει την ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή του, μέσω προβλήτας φωτοβολταϊκών στην οροφή. Το κτίριο σχεδιάστηκε για μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατάστασης. Επίσης θα περιλαμβάνει το μεγαλύτερο σύστημα ψύξης και αφύγρανσης του αέρα που τροφοδοτείται από θερμικά ηλιακά συστήματα. Συγκριτικά με άλλα κτίρια του ίδιου τύπου, θα καταναλώνει 70% λιγότερο νερό.

Ο ουρανοξύστης Pearl River Tower στην Κίνα

Ο ουρανοξύστης Pearl River Tower σχεδιάστηκε από τους Skidmore, Owings & Merrill το 2005 και είναι υπό κατασκευή στην πόλη Guangzhou της Κίνας. Έχει σχεδιαστεί για μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατάστασης, περιλαμβάνοντας ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά, τα οποία τροφοδοτούν τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού. Με ύψος 71 ορόφων, έχει ήδη βραβευτεί ως το πιο ενεργειακά αποδοτικό κτίριο στην κατηγορία του (μηδενική κατανάλωση στο χώρο εγκατά-

στασης) και αποτελεί το μεγαλύτερο παράδειγμα για την ενεργειακή πολιτική της Κίνας για το 2020.

Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι σε όλα τα παραπάνω παραδείγματα τα κτίρια είναι διασυνδεδεμένα, δηλαδή, συνδεδεμένα με το δίκτυο και όχι αυτόνομα. Με τη χρήση του δικτύου καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες, όταν η παραγόμενη από Α.Π.Ε. ενέργεια στο κτίριο δεν επαρκεί λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών. Αντίθετα, όταν υπάρχει περίσσεια παραγωγής ενέργειας από Α.Π.Ε. στο κτίριο, αυτή διοχετεύεται και πωλείται στο δίκτυο, αντισταθμίζοντας την ενέργεια που αγοράστηκε. Η επίτευξη ενός αυτόνομου NZEB οδηγεί σε υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων Α.Π.Ε. στο κτίριο, με αποτέλεσμα η περίσσεια παραγόμενης ενέργειας σε πολλές περιπτώσεις να μην μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο, αλλά ούτε και να αποθηκευτεί, διότι τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας δεν είναι ακόμη τεχνολογικά προηγμένα και το κόστος τους είναι υπερβολικά ασύμφορο.

Προβληματισμοί για το μέλλον των NZEB

Περαιτέρω έρευνα είναι απαραίτητη για την κατανόηση όλων των παραμέτρων που σχετίζονται με τα NZEB και για την αξιοποίηση κάθε οφέλους, που η υλοποίησή τους μπορεί να προσφέρει. Μέχρι στιγμής υπάρχουν συγκεκριμένα ζητήματα και προβληματισμοί προς επίλυση με πρώτο και κυριότερο το ότι δεν υπάρχει ακόμη ένας ενιαίος, γενικά αποδεκτός ορισμός ούτε μια ενιαία μεθοδολογία για τον έλεγχο και το χαρακτηρισμό κτιρίων ως κτιρίων συνολικής μηδενικής ενέργειας. Οι επικρατέστερες μέθοδοι και οι επικρατέστεροι ορισμοί είναι αυτοί που αναφέρθηκαν. Προσεγγίζοντας το θέμα ρεαλιστικά, πρέπει να γνωρίζουμε ότι είναι πιθανόν ένα κτίριο να εντάσσεται σε μία από τις κατηγορίες NZEB, αλλά να μην επιτυγχάνει κάθε χρόνο την αντιστάθμιση των ενεργειακών του καταναλώσεων ή μηδενικό ενεργειακό κόστος ή μηδενικές εκπομπές ρύπων, καθώς αυτό εξαρτάται από την κατάσταση του κτιρίου, τους χρήστες, τις λειτουργίες του και τις μεταβαλλόμενες από χρό-



3

νο σε χρόνο κλιματικές συνθήκες ή το μεταβαλλόμενο κόστος ενέργειας.

Επίσης πρέπει να επισημανθεί ότι τα ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι υπεύθυνα για την παρούσα ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα και κατά συνέπεια έχουν τα μεγαλύτερα περιθώρια για βελτίωση. Η βελτίωση και η ένταξη όμως αυτών των κτιρίων στα NZEB αποτελεί πιο μεγάλη πρόκληση από 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 Α.Π.Ε. Επομένως, χρειάζονται έναν ιδιαίτερο ορισμό στον οποίο θα μπορούν να εντάσσονται και αυτά.

Τέλος, είναι ήδη υπό έρευνα ο σχεδιασμός και η κατασκευή NZEB σε επίπεδο κοινότητας ή οικισμού, καθώς πολύ λίγα κτίρια στις κοινωνίες που ζούμε είναι απομονωμένα και στο μέλλον αναμένονται ακόμη πιο πυκνοκατοικημένες πόλεις.



4

5



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A. Ferrante, M.T. Cascella, **Zero energy balance and zero on-site CO₂ emission housing development in the Mediterranean climate**, Energy and Buildings 43 (2011) p. 2002-2010.
- A. J. Marszal, P. Heiselberg, J. S. Bourrelleb, E. Musallc, K. Voss, I. Sartori, A. **Napolitano zero energy building -A review of definitions and calculation methodologies**, Energy and Buildings 43 (2011) p. 971-979.
- **Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings** (recast), Official Journal of the European Union.
- D. Crawley, S. Pless, P. Torcellini (2009), **Getting to net zero**, ASHRAE Journal, vol 51, no 9.
- Eceee Guide no. 2 (2009), **Net zero energy buildings: definitions, issues and experience**.
- Kolokotsa, D. et al. (2010), **A roadmap towards intelligent net zero- and positive-energy buildings**, Solar Energy 85, p. 3067 – 3084.
- P. Torcellini, S. Pless, and M. Deru (2006), **Zero energy buildings: A critical look at the definition**, N.R.E.L.
- P. Torcellini, S. Pless (2009), **Net-zero energy buildings: A classification system based on renewable energy supply options**, N.R.E.L.
- R. Segers (2008), **Three options to calculate the**

percentage renewable energy: An example for a EU policy debate, Energy Policy 36, p.3243 – 3248.

- Karsten V., Eike M., (2011) **Net zero energy buildings**. Detail Green Books
- http://www.spitia.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamounis.htm
- <http://www.ecofriend.com/entry/housing-residential-development-relies-entirely-on-renewables/>
- <http://inhabitat.com/world%E2%80%99s-first-positive-energy-building-planned-for-masdar/>
- <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=547>
- <http://www.asianinfrastructure.com/news/newspearl-river-tower/>

ΣΧΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΙ ΣΤΑ ΤΕΥΧΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Κτίρια χαμηλής ενεργειακής εξάρτησης. Τεύχος 3/2009, σελ. 63.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ
Υ - ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ 2012
Επιλογές δομικών υλικών

ή επισκεφθείτε το www.ktirio.gr