

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ SUSCON(\*)

Σ4M

# ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΑΕΙΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Από τον κ. **Χριστοφή Κορωναίο**, Μονάδα Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

Η ερευνητική προσπάθεια επικεντρώθηκε σε δύο κατασκευαστικές δραστηριότητες. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν για μελέτη ένα κτίριο και 1 km δρόμο.

Έγινε αρχικά συλλογή δεδομένων για τη δημιουργία της βάσης δεδομένων του κύκλου ζωής των δύο κατασκευών. Η συλλογή δεδομένων έγινε με τη βοήθεια των Εταιριών "ΕΔΡΑΣΗ-ΨΑΛΛΙΔΑΣ" και "CYBARKO" και του Πανεπιστημίου της Κύπρου.

Στα πλαίσια του προγράμματος της SUSCON αναπτύχθηκαν "κριτήρια οικολογικού σχεδιασμού" με σκοπό:

1. Αξιολόγηση όλων των ζητημάτων οικολογικού σχεδιασμού με τελικό στόχο τον οικολογικό σχεδιασμό μιας κατασκευής
2. Ανάπτυξη κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού
3. Αξιολόγηση των κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές στις δύο συμμετέχουσες επιχειρήσεις
4. Παραγωγή ενός λογισμικού για τον υπολογισμό του οικολογικού φιλικού ποσοστού των κατασκευών
5. Εφαρμογή του εργαλείου στις συμμετέχουσες επιχειρήσεις
6. Διανομή του εργαλείου σε όλους τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς που εμπλέκονται στις κατασκευές

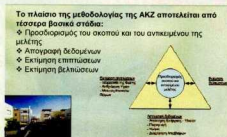
## Ανάλυση Κύκλου Ζωής

- Η ΑΚΖ είναι μια τεχνική εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που συνδέονται με κάποιο προϊόν, διεργασία ή δραστηριότητα.
- Η ανάλυση επικεντρώνεται στον προσδιορισμό και την ποσοτικοποίηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς και των αποβλήτων που απελευθερώνονται στο περιβάλλον.
- Στη συνέχεια εκτιμώνται οι επιπτώσεις

από την χρήση της ενέργειας και των υλικών καθώς και των αποβλήτων. Επίσης διερευνώνται οι δυνατότητες περιβαλλοντικών βελτιώσεων.

- Η ανάλυση περιλαμβάνει ολόκληρο τον κύκλο ζωής του προϊόντος, της διεργασίας ή της δραστηριότητας: εξόρυξη και επεξεργασία πρώτων υλών, κατασκευή, μεταφορά και διανομή, χρήση, επαναχρησιμοποίηση, συντήρηση, ανακύκλωση και τελική απόρριψη.

## Η Μεθοδολογία



## Α. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Επιλέχθηκε ως αντικείμενο της ΑΚΖ (Ανάλυση Κύκλου Ζωής) το "Κτίριο γραφείων με ισόγειο κατάστημα και Υπόγειο Γκαράζ", του οποίου την κατασκευή είχε αναλάβει η "ΕΔΡΑΣΗ-ΨΑΛΛΙΔΑΣ" (ιδιοκτησία "ELEVOR" AEBE).

Πρόκειται για ένα τριώροφο κτίριο με τρία υπόγεια garaζάκια και τρία ισόγεια καταστήματα το οποίο θα χρησιμοποιηθεί ως κτίριο γραφείων και εκθεσιακό κέντρο της ELEVOR AEBE.

Το κτίριο βρίσκεται στην συμβολή των οδών Ποσειδώνος και Πίνδου στο Μοσχάτο.

Ο τελικός Προϋπολογισμός του εν λόγω έργου είναι 2.885.000 ευρώ.

## Κύκλος Ζωής Οικοδομικού Έργου

Ο κύκλος της οικοδομικής δραστηριότητας στη διάρκεια του οποίου εμφανίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποτελείται από τα εξής τέσσερα στάδια:

- Παραγωγή οικοδομικών υλικών

- Λήψη πρώτων υλών από το φυσικό περιβάλλον
- Μεταφορά πρώτων υλών στη θέση επεξεργασίας

- Επεξεργασία πρώτων υλών - Βιομηχανική παραγωγή οικοδομικών υλικών
- Αποθήκευση και εμπορία οικοδομικών υλικών
- Κατασκευή Κτιρίου
  - Μεταφορά υλικών
  - Οικοδόμηση
- Χρήση Κτιρίου
  - Κατανάλωση Ενέργειας
  - Κατανάλωση νερού
  - Συντήρηση
- Κατεδάφιση Κτιρίου
  - Κατεδάφιση
  - Μεταφορά υλικών
  - Απόρριψη υλικών στο περιβάλλον

## Δεδομένα

- Δεδομένα σχετικά με το είδος της κατασκευής που θα μελετηθεί:
  - Προδιαγραφές των κατασκευών που θα μελετηθούν
  - Επιφάνειες των επιμέρους τμημάτων της κατασκευής
- Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση υλικών για την κατασκευή:
  - Από τι αποτελείται το συγκεκριμένο είδος κατασκευής που θα μελετηθεί. Για παράδειγμα, κολώνες, τοιχοποιία, κοψίματα, ηλεκτρολογικός εξοπλισμός, σωληνώσεις
  - Είδος των υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου.
  - Για παράδειγμα τύπος ταϊμέντου, τύπος τούβλου ανά περίπτωση π.χ. εξωτερικός τοίχος ή εσωτερικός, τύπος κουφωμάτων, γυψοσανίδες, ψευδοροφές, τύπος ηλεκτρολογικού υλικού, τύπος σωληνώσεων
  - Ποσότητα των αντίστοιχων υλικών. Συνολική και ανά λειτουργική μονάδα π.χ. κιάλι υλικού ανά επιφάνεια ή κιάλι υλικού ανά τεμάχιο
- Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή:
  - Πως μεταφέρονται τα υλικά στο εργοτάξιο
  - Με τι είδους οχήματα μεταφέρονται
  - Σε τι ποσότητες μεταφέρονται

(\*) Εξαιρετικά ενδιαφέρουσα ομιλία στο Συνέδριο "Βιώσιμη Κατασκευή σε Ελλάδα & Κύπρο" (βλέπε σχετική παρουσίαση στο προηγούμενο τεύχος, σελ. 58-65). Η παρουσίαση βασίζεται σε slides που χρησιμοποιώσε ο ομιλητής.

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΛΕΙΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ**

- > Αποστάσεις που διανύουν τα οχήματα μεταφορών υλικών
  - > Άλλα στοιχεία σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή
- Δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας κατά την λειτουργία ενός κτιρίου:**

- > Χρόνος ζωής του είδους της κατασκευής
- > Είδος και ποσότητα εξοπλισμού που τοποθετείται στο κτίριο
- > Είδος θέρμανσης – ψύξης

**Δεδομένα σχετικά με το τέλος της ζωής της κατασκευής:**

- > Με ποιόν τρόπο καταστρέφεται. Τι είδους μηχανήματα χρησιμοποιούνται
- > Με ποιόν τρόπο γίνεται η συλλογή των υλικών. Κατανάλωση ενέργειας.
- > Που καταλήγουν τα υλικά που συλλέγονται. Ποια από αυτά τα υλικά και πόσα επαναχρησιμοποιούνται

**Πηγές Δεδομένων**

- > Τα κατασκευαστικά δεδομένα του κτιριακού συγκροτήματος προέρχονται από την κατασκευαστρια εταιρία "ΕΔ ΡΑΣΗ - Χ. ΦΑΛΛΙΑΔΑΣ Α.Τ.Ε."
- > Τα στοιχεία σχετικά με την κατασκευή οδικού τμήματος προέρχονται από την κατασκευαστική εταιρία "CYBARCO".
- > Δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκαν όπου κρίθηκε απαραίτητο.

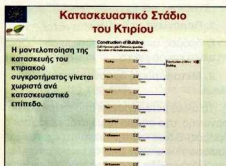
**Βάση Δεδομένων Κύκλου Ζωής Υλικών**

Τα δεδομένα του κύκλου ζωής των στοιχείων που αποτελούν την κατασκευή προέρχονται από εξειδικευμένη βάση δεδομένων υλικών και κατασκευαστικών διεργασιών που συνδυάζουν το λογισμικό Gabi της PE Europe GmbH.

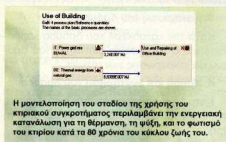
Η βάση δεδομένων περιλαμβάνει υλικά όπως:

- > Τσιμεντοκονιάματα
- > Τούβλα
- > Υλικά Μονώσεων
- > Σοβάδες
- > Χρωματισμούς
- > Μέταλλα, Πλαστικά, Ξυλεία
- > Ανόργανα Υλικά

Έγινε μοντελοποίηση της Α.Κ.Ζ. του κτιρίου:



**Στάδιο χρήσης και συντήρησης**



Ο κύκλος ζωής του κτιρίου λαμβάνεται ίσος με 75 χρόνια. Οι κύριες επιπτώσεις κατά τη χρήση του κτιρίου αναμένονται από την κατανάλωση ενέργειας και νερού.

Για τη συντήρηση του κτιρίου λαμβάνονται διαφορετικά χρονικά διαστήματα ανάλογα με το είδος του υλικού. Για παράδειγμα τα βαψίματα ανά 10 χρόνια, συντήρηση κουφωμάτων ανά 25 χρόνια.

Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης (kWh/m<sup>2</sup>/yr)

Τύπος Κτιρίου	Διοίκησης	Εργασίας	Φυσιολογίας	Στατικές	Σύνολο
Γραφείο	24	95	30	48	187
Εμπορικό	18	74	19	41	152
Σχολείο	2	66	16	8	92
Νοσοκομείο	3	299	52	53	407
Ενοικιαστικό	11	198	24	40	273

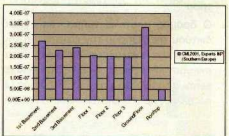
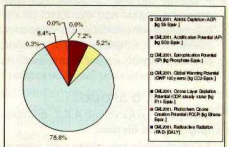
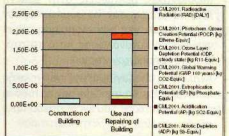
**Ανάλυση επιπτώσεων**

Οι υπολογιζόμενες επιπτώσεις θα κατηγοριοποιηθούν σε επτά (7) ομάδες σύμφωνα με την μεθοδολογία CML2001 του Institute of Environmental Sciences of the Leiden University:

1. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου
2. Εκπομπές αερίων που καταστρέφουν τη στρωβίδα του όζοντος
3. Εκπομπές αερίων και υγρών που προκαλούν οξείνιση
4. Εκπομπές αερίων και υγρών που προκαλούν ευτροφισμό
5. Εκπομπές ραδιενέργειας

6. Εκπομπές αερίων φωτοχημικού νέφους
7. Κατανάλωση μη-ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων

Ειδικοί συντελεστές βαρύτητας χρησιμοποιούνται ανά περιβαλλοντική επίπτωση για τον υπολογισμό ενός συνολικού δείκτη επίπτωσης (Ecolindicator).



**Συμπεράσματα της ΑΚΖ του κτιρίου**

- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής του κτιρίου επικεντρώνονται στο στάδιο της χρήσης του κτιρίου και αποτελούν το 92% των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΠΕ) και οφείλονται στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό του κτιρίου.
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει την μεγαλύτερη συνεισφορά στο σύνολο των ΠΕ, καθώς συνεισφέρει κατά 78,7%.
- Η βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης κατά το στάδιο της χρήσης του κτιρίου και η χρήση ΑΠΕ θα βελτιώνουν σημαντικά το περιβαλλοντικό προφίλ του κύκλου ζωής κτιρίου.

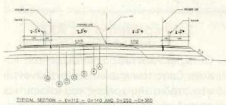
## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΛΕΙΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

- Η επιλογή των υλικών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα όσο εξαντλείται η διαθεσιμότητα των μη ανανεώσιμων υλικών.
- Ο αρχικός σχεδιασμός του κτιρίου αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα για την μείωση των συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Μελλοντικές βελτιώσεις στην μελέτη ΑΚΖ θα μπορούσαν να συμπεριλάβουν μια πιο αναλυτική μοντελοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά το στάδιο της χρήσης του κτιρίου.
- Αναλυτικοί υπολογισμοί της ενεργειακής κατανάλωσης θα υποδείκνυαν τα πιθανά σημεία βελτίωσης του ενεργειακού προφίλ του κτιρίου.
- Η μελέτη της συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου που σχετίζεται με την ενεργειακή κατανάλωση, θα μπορούσε επίσης να προσφέρει λύσεις μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης κατά τα 80 χρόνια του κύκλου ζωής του κτιρίου.

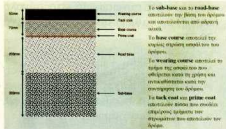
### Β. Ο ΔΡΟΜΟΣ

Δεύτερο αντικείμενο της Α.Κ.Ζ. αποτελεί ο **τμήμα οδικού δικτύου**:

- Το οδικό τμήμα έχει μήκος ενός χιλιομέτρου
- Ο δρόμος αποτελεί τμήμα του οδικού δικτύου της Κύπρου την κατασκευή του οποίου είχε αναλάβει η Κυπριακή κατασκευαστική εταιρία CYBARCO. Αποτελείται από δύο ρεύματα κυκλοφορίας με μεταλλική μπάρα εκατέρωθεν της οδού.



### Κατασκευαστική δομή του δρόμου



### Στάδια Κύκλου Ζωής του Δρόμου

#### 1. Παραγωγή των υλικών

Ο δρόμος αποτελείται κυρίως από αδρανή υλικά και άσφαλτο.

#### 2. Μεταφορικές δραστηριότητες των υλικών

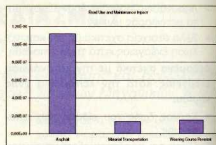
Τα υλικά μεταφέρονται από το σημείο παραγωγής, στο σημείο που κατασκευάζεται ο δρόμος. Ειδικά για την άσφαλτο έχουμε μεταφορά των υλικών από τα οποία αποτελείται, στη μονάδα ανάμιξης και παραγωγής ασφάλτου, και στη συνέχεια μεταφορά της στο σημείο τοποθέτησης.

#### 3. Κατασκευή του δρόμου

Κατά την κατασκευή του δρόμου λαμβάνουν χώρα διεργασίες διανομής του δρόμου και επιστροφής των υλικών.

#### 4. Χρήση και Συντήρηση του δρόμου

Κατά τη συντήρηση γίνεται αντικατάσταση του στρώματος που φθείρεται από τη χρήση.



### Συμπεράσματα της ΑΚΖ του Δρόμου

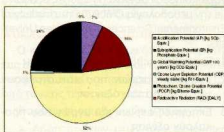
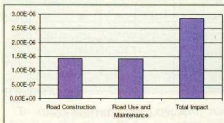
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κύκλου ζωής του δρόμου επιμερίζονται σχεδόν εξίσου μεταξύ των σταδίων της κατασκευής (51%) και της χρήσης (49%).
- Το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχει την μεγαλύτερη συνεισφορά στο σύνολο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς συνεισφέρει κατά 52% στην συνολική επίπτωση.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την κατασκευή του δρόμου φερόνται στην κατανάλωση ορυκτών καυσίμων στις μεταφορικές διεργασίες μεγάλου όγκου υλικών (κυρίως αδρανή υλικά), αλλά και στις άλλες διεργασίες κατασκευής (εξσκαφή, επίστρωση υλικών). Η παραγωγή και χρήση ασφάλτου συνεισφέρει σημαντικά στο στάδιο κατασκευής.
- Η επιλογή των υλικών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της περιβαλλοντικής επίπτωσης του δρόμου.

Μοντελοποίηση του κύκλου ζωής ενός χιλιομέτρου δρόμου στο λογισμικό GaBI :



Το στάδιο του κύκλου του κύκλου ζωής δεν περιλαμβάνεται στην μελέτη καθώς συνήθως τα υλικά είτε βρίσκονται στην ίδια κατασκευή είτε ο δρόμος αλλάζει χρήση και κατασκευάζεται καινούργιος νέου τύπου.

### Ανάλυση επιπτώσεων



### Ανάλυση επιπτώσεων κατά τη χρήση και συντήρηση του δρόμου

### ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### Ανάπτυξη και εφαρμογή κριτηρίων με σκοπό τον οικολογικό σχεδιασμό

1. Αξιολόγηση όλων των ζητημάτων οικολογικού σχεδιασμού με τελικό στόχο τον οικολογικό σχεδιασμό μιας κατασκευής
2. Ανάπτυξη κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού
3. Αξιολόγηση των κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές στις δύο συμμετέχουσες επιχειρήσεις
4. Παραγωγή ενός λογισμικού για τον υπολογισμό του οικολογικά φιλικού ποσοστού των κατασκευών
5. Εφαρμογή του εργαλείου στις συμμετέχουσες επιχειρήσεις
6. Διανομή των εργαλείου σε όλους τους

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΛΕΙΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς που εμπλέκονται στις κατασκευές

### Εφαρμογή των κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού στις κατασκευές

Αξιολόγηση των κριτηρίων οικολογικού σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές στις δύο συμμετέχουσες επιχειρήσεις

Παραγωγή ενός λογισμικού για τον υπολογισμό του οικολογικού φιλικού ποσοστού των κατασκευών

Εφαρμογή του εργαλείου στις συμμετέχουσες επιχειρήσεις

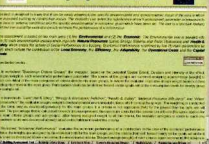
Διανομή του εργαλείου σε όλους τους δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς που εμπλέκονται στις κατασκευές

### Εργαλείο οικολογικού σχεδιασμού SUSCON

Το εργαλείο αποτελείται από ένα φύλλο EXCEL στο οποίο ο μέγιστη εισόδη για σειρά συντελεστών βαρύτητας και βαθμολογιών για κάθε κριτήριο που έχει οριστεί.

Με τον τρόπο αυτό βαθμολογείται, δίνεται η δυνατότητα στον αξιολογητή να προσαρμόσει την αξιολόγηση βάσει των πιθανών τοπικών ιδιομορφιών και διαφοροποιήσεων αλλά και των δικών του εκτιμήσεων.

### Building Design & Assessment Tool



### Κατηγορίες Κριτηρίων

Τα οικολογικά κριτήρια, κατηγοριοποιούνται σε 5 κυρίως ομάδες:

1. Χρήση Γης και Χωροθέτηση,
2. την Ενεργειακή Αποδοτικότητα,
3. την Υγιεινή και Ασφάλεια,
4. την Προστασία των Φυσικών Πόρων και
5. τη Διατήρηση των Υδατικών Αποθεμάτων

### Λειτουργία του εργαλείου οικολογικού σχεδιασμού

Στο 1<sup>ο</sup> στάδιο του λογισμικού "EcoDesign Criteria Groups" τοποθετούνται συντελεστές βαρύτητας στις πέντε ομάδες κριτηρίων, που καθορίζουν την περιβαλλοντική απόδοση μιας κατασκευής, με τη βοήθεια τριών κλιμάκων (Έκταση επίπτωσης, Διάρκεια επί-

πτωσης, Ένταση επίπτωσης).

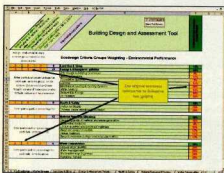
Βαθμολογείται δηλαδή κάθε ομάδα βάσει των κλιμάκων αυτών και προκύπτει αυτόματα το ποσοστό συμμετοχής ή βαρύτητας ή σημαντικότητας της κάθε ομάδας.

Το ποσοστό της κάθε ομάδας ορίζει και τη μέγιστη βαθμολογία που μπορεί να επιτύχει μια ομάδα.

Έχοντας υπόψη τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία που μπορεί να επιτύχει ένα κριτήριο, ο αξιολογητής μπορεί τώρα να αξιολογήσει την κατασκευή και να αποδώσει την κατάλληλη βαθμολογία στο κάθε κριτήριο.

Αν κριτήριο έχει επιπλέον διαβαθμίσεις τότε ο αξιολογητής μπορεί να το αναλύσει και να δώσει τη μέγιστη βαθμολογία στην καλύτερη επιλογή.

Σε πολλές περιπτώσεις εάν τα κριτήρια πληρούνται βαθμολογούνται με τη μέγιστη βαθμολογία, εάν όχι, λαμβάνουν μηδενική.



Οι ομάδες αυτές (κριτήρια) διαχωρίζονται περαιτέρω σε μικρότερες υποομάδες στις οποίες επίσης πρέπει να τοποθετηθούν συντελεστές βαρύτητας.

Το ποσοστό συμμετοχής της κάθε υποομάδας τοποθετείται από τον αξιολογητή βάσει της προσωπικής τους εκτίμησης για τη σημαντικότητα της υποομάδας.

Ως default τιμές συντελεστών βαρύτητας υπάρχουν κάποιες ενδεικτικές.

Στα κριτήρια "Χρήση γης" - "Land Use & Siting" τοποθετούνται συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια της ομάδας αυτής βάσει των τριών κλιμάκων που αναφέραμε προηγουμένως.

Τα ποσοστά συμμετοχής του κάθε κριτηρίου προκύπτουν αυτόματα, με την βαθμολόγηση του κάθε κριτηρίου με βάση τις κλίμακες.

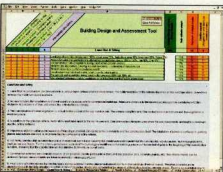
Τα ποσοστά συμμετοχής - βαρύτητας του κάθε κριτηρίου που προκύπτει, ισοδυναμεί με τη μέγιστη δυνατή βαθμολογία που μπορεί να επιτύχει το κριτήριο.

Ο αξιολογητής βαθμολογεί το κριτήριο στα όρια της βαθμολογίας αυτής και με βάση το βαθμό που η κατασκευή το πληροί.

Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στα υπόλοιπα στάδια που αφορούν το "Energy & Atmospheric Pollution", "Health & Safety", "Material Resource Efficiency" και "Water Conservation".

### Κριτήριο 1: Χρήση Γης και Χωροθέτηση

1. Επαναχρησιμοποίηση διαταραγμένης γης
2. Πρόσβαση σε μέσα μαζικής μεταφοράς και άλλα εναλλακτικά μέσα
3. Διατήρηση και προστασία της τοπικής βλάστησης κατά τις κατασκευαστικές δραστηριότητες
4. Ελαχιστοποίηση των διαταραχών στο τοπίο με εκκαθαρίσεις και μετακινήσεις χώματος - αποκατάσταση του διαταραγμένου χώματος και βλάστησης
5. Ελαχιστοποίηση των μη διαπερατών επιφανειών
6. Τοποθέτηση της κατασκευής με τρόπο ώστε να μην εκτρέπτε τις επιφανειακές απορροές από τις φυσικές τους διαδρομές
7. Αποτροπή μόλυνσης του αέρα και του εδάφους κατά την διάρκεια της κατασκευής
8. Χρήση τεχνικών σκίασης



### Κριτήριο 2: Ενεργειακή Αποδοτικότητα

1. Προσανατολισμός του κτιρίου και σχεδιασμός της τοποθεσίας
2. Κτιριακό κέλυφος
3. Θερμότητα
4. Φωτισμός
5. Μηχανικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης
6. Θέρμανση νερού
7. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
8. Ρύπανση ατμόσφαιρας

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΑΕΙΦΟΡΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Category	Value	Unit
Embodied Energy	12000	kWh/m²
Embodied CO2	1500	kg/m²
Operational Energy	80000	kWh/m²
Operational CO2	10000	kg/m²

Category	Value	Unit
Acoustic Comfort	85	dB
Thermal Comfort	22	°C
Visual Comfort	90	lx
Air Quality	100	ppm

### Κριτήριο 3: Υγιεινή και Ασφάλεια

1. Ποιότητα εσωτερικού αέρα
2. Θερμική, οπτική και ακουστική άνεση

Category	Value	Unit
Health Index	95	Index
Safety Index	90	Index

### Κριτήριο 4: Προστασία Φυσικών Πόρων

1. Μείωση της ποσότητας υλικών και της παραγωγής αποβλήτων
2. Ανανεώσιμα υλικά
3. Τοπικά υλικά και προϊόντα
4. Υλικά με ανακυκλωμένο περιεχόμενο
5. Επαναχρησιμοποίηση υλικών

Category	Value	Unit
Material Efficiency	90	Index
Renewable Materials	85	Index
Local Materials	80	Index
Recycled Content	75	Index
Reuse	70	Index

6. Ανακύκλωση υλικών κατά την κατασκευή / κατεδάφιση

**Κριτήριο 5:** Διατήρηση των Υδατικών Αποθεμάτων

1. Μείωση ποσότητας νερού
2. Διαχείριση νερού
3. Ανακύκλωση / Επαναχρησιμοποίηση απόβλητων ρευμάτων νερού
4. Αξιοποίηση όμβριων υδάτων

Category	Value	Unit
Water Efficiency	85	Index
Water Recycling	80	Index
Rainwater Harvesting	75	Index

### Οικονομική Απόδοση της κατασκευής

Στο κριτήριο το οποίο αφορά στην Οικονομική Απόδοση της κατασκευής, τα ποσοστά συμμετοχής κάθε κατηγορίας τοποθετούνται από τον αξιολογητή και δεν προκύπτουν από κάποια διαδικασία. Το ίδιο συμβαίνει και με τα επιμέρους υποκριτήρια.

Αν δεν υπάρχει διαφοροποίηση τα ποσοστά συμμετοχής είναι 20% (5 κατηγορίες) για κάθε ομάδα κριτηρίων και για κάθε κριτήριο αφού κάθε ομάδα κριτηρίων περιέχει 5 κριτήρια.

Αν μια ομάδα ή κριτήριο δεν αποτελεί κριτήριο αξιολόγησης στην εν λόγω κατασκευή τότε παίρνει μηδενικό (0%) ποσοστό και εξαιρείται της διαδικασίας αξιολόγησης, με αναπροσαρμογή των ποσοστών των υπολοίπων κατηγοριών ώστε να αθροίζουν 100% (αν το άθροισμα των ποσοστών διαφέρει από το 100% τότε βγαίνει μια ένδειξη που ειδοποιεί τον αξιολογητή ότι το άθροισμα δεν είναι ίσο με 100% ώστε να το διορθώσει).

Category	Value	Unit
Economic Performance	85	Index
Cost Efficiency	80	Index
Value for Money	75	Index

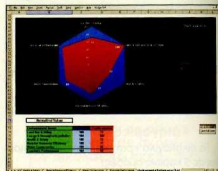
θώσει).

Και πάλι ο αξιολογητής βαθμολογεί το κάθε κριτήριο στα όρια της μέγιστης δυνατής βαθμολογίας που μπορεί να επιτύχει.

### Αξιολόγηση

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης παρουσιάζονται σε ένα αραχνοδιάγραμμα έξι (6) αξόνων:

- > 5 περιβαλλοντικής απόδοσης και
  - > 1 οικονομικής απόδοσης
- Παρουσιάζονται 2 τέτοια διαγράμματα:
- > ένα με τις απόλυτες τιμές απόδοσης των κριτηρίων και
  - > ένα άλλο με τις κανονικοποιημένες τιμές τους με βάση το 100.



### Επιλογος

Ο Οικολογικός Σχεδιασμός μπορεί να οδηγήσει σε κατασκευές που είναι πολύ πιο φιλικές στο περιβάλλον.

Ο Οικολογικός σχεδιασμός απαιτεί γνώσεις που αφορούν τα υλικά και τις πρώτες ύλες και την Ανάλυση Κύκλου Ζωής τους. Ταυτόχρονα απαιτούνται από τον αρχιτέκτονα γνώσεις χρήσης ΑΠΕ στο στάδιο χρήσης του κτιρίου.

Η διαθεσιμότητα τεχνολογίας και το κόστος αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την εφαρμογή των οικολογικών κριτηρίων.