

## ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ LIFE – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

*«Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα  
μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων»*

### Εκτίμηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων από την Κατασκευαστική Δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο



## **Πίνακας Περιεχομένων**

<b>1. Εισαγωγή .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Εκτίμηση εμβαδού ανά κατηγορία κτηρίου .....</b>	<b>4</b>
2.1. Εμβαδόν ανά κατηγορία κτηρίου στην Κύπρο .....	4
2.2. Εμβαδόν ανά κατηγορία κτηρίου στην Ελλάδα .....	6
<b>3. Κατανάλωση οικοδομικών υλικών για την κατασκευή κτηρίων ...</b>	<b>8</b>
3.1. Οικιστικά κτήρια .....	8
3.2. Ξενοδοχειακά κτήρια .....	10
3.3. Κτήρια γραφείων .....	10
3.4. Βιομηχανικά κτήρια .....	11
<b>4. Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO<sub>2</sub> για τα κτήρια.....</b>	<b>13</b>
4.1. Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή .....	13
4.2. Κατανάλωση ενέργειας κατά τη λειτουργία .....	15
4.3. Εκπομπές CO <sub>2</sub> κατά την κατασκευή .....	17
<b>5. Παραγωγή αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) από τα κτήρια .....</b>	<b>18</b>
5.1. Απόβλητα Κατασκευών .....	18
5.2. Απόβλητα Κατεδαφίσεων .....	18
5.3. Απόβλητα Εκσκαφών .....	19
5.4. Ποσότητες Αποβλήτων για το σύνολο της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας .....	23
<b>6. Οδικοί άξονες.....</b>	<b>26</b>
6.1. Εκτίμηση μήκους .....	26
6.2. Κατανάλωση υλικών για την κατασκευή .....	27
6.3. Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO <sub>2</sub> .....	28
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>32</b>

## **1. Εισαγωγή**

Στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού προγράμματος SUSCON επιχειρήθηκε μία γενική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε κατηγορία κτιριακού έργου, καθώς και για τους οδικούς άξονες, στην Ελλάδα και την Κύπρο. Οι περιβαλλοντικές παράμετροι, οι οποίες εκτιμήθηκαν, είναι:

- κατανάλωση οικοδομικών υλικών (είδη και ποσότητες)
- κατανάλωση φυσικών πόρων (ενέργεια, νερό)
- παραγωγή αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ)
- ενεργειακή κατανάλωση κατά τη χρήση των κτηρίων
- αέριες εκπομπές

Οι κατηγορίες κατασκευαστικών έργων που μελετώνται για την Ελλάδα και την Κύπρο είναι κατοικίες, κτήρια γραφείων, ξενοδοχεία και βιομηχανικά κτήρια, ενώ επίσης μελετάται η περίπτωση της κατασκευής ενός αυτοκινητόδρομου, καθώς αποτελεί αντιπροσωπευτικό έργο του δημόσιου τομέα και κυριαρχεί από άποψη υποδομής τα τελευταία έτη τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Κύπρο.

Κατά την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων τα μεγέθη που χρησιμοποιούνται αναφέρονται στις σχετικές για κάθε περιβαλλοντική παράμετρο μονάδες, ανά τετραγωνικό μέτρο της κάθε κατηγορίας κτηρίου και ανά χιλιόμετρο δρόμου. Για το λόγο αυτό αρχικά πραγματοποιείται μια εκτίμηση του συνολικού εμβαδού της κάθε κατηγορίας κτηρίου, καθώς και του μήκους των οδικών αξόνων, στην Ελλάδα και την Κύπρο, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τις επιπτώσεις της συνολικής οικοδομικής δραστηριότητας ανά κατηγορία κατασκευαστικού έργου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην παρούσα μελέτη δεν εξετάστηκε η κατανάλωση νερού από την κατασκευή και λειτουργία των έργων, λόγω έλλειψης βιβλιογραφικών δεδομένων. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που εμπόδισε την εκτίμηση συγκεκριμένα κατά τη λειτουργία των κτηρίων, είναι ότι η κατανάλωση νερού εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο λειτουργίας του κτηρίου και δεν μπορεί να εκφραστεί ανά μονάδα εμβαδού.

## **2. Εκτίμηση εμβαδού ανά κατηγορία κτηρίου**

Για την εκτίμηση του εμβαδού ανά κατηγορία κτηρίου στην Ελλάδα και στην Κύπρο, χρησιμοποιήθηκαν ως βάση των υπολογισμών τα δεδομένα που παρουσιάστηκαν στην μελέτη με τίτλο: «Ανασκόπηση της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο», η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ίδιας δράσης του Ευρωπαϊκού Προγράμματος SUSCON. Επιπρόσθετα, στις περιπτώσεις που υπήρξε έλλειψη των απαιτούμενων στοιχείων, έγιναν ορισμένες παραδοχές κατά τους υπολογισμούς ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των διαθέσιμων στατιστικών δεδομένων.

### **2.1. Εμβαδόν ανά κατηγορία κτηρίου στην Κύπρο**

Η εκτίμηση του εμβαδού ανά κατηγορία κτηρίου για την Κύπρο βασίστηκε στα στοιχεία που συλλέχθηκαν σε προηγούμενη μελέτη, στα πλαίσια του προγράμματος (Πίνακας 1.14 Παραρτήματος 'Ανασκόπησης Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο').

Τα διαθέσιμα στοιχεία για τα οικιστικά κτήρια στην Κύπρο αφορούν στον αριθμό και το συνολικό εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας και παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1**:

**Πίνακας 1:** Ετήσια οικοδομική δραστηριότητα οικιστικών κτηρίων (Κύπρος)

<b>Έτος</b>	<b>Αριθμός κτηρίων</b>	<b>Συνολικό εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Μέσο εμβαδόν (m<sup>2</sup>) ανά κτήριο</b>
2004	6.575	2.629.147	400
2005	7.203	3.041.188	422

Όπως παρατηρείται από την εξέλιξη των τελευταίων ετών στην Κύπρο, η ετήσια κατασκευή οικιστικών κτηρίων κυμαίνεται γύρω στα 2.600.000 – 3.000.000 τετραγωνικά μέτρα. Για τις ανάγκες της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα ακολουθήσει λαμβάνεται μία μέση τιμή για το εμβαδόν της ετήσιας οικιστικής οικοδομικής δραστηριότητας,

ιση με **2.800.000 m<sup>2</sup>/ έτος** (μέσο εμβαδόν ανά οικιστικό κτήριο: 410 m<sup>2</sup>).

Όσον αφορά στην ετήσια οικοδομική δραστηριότητα των ξενοδοχειακών κτηρίων, τα διαθέσιμα στοιχεία παρουσιάζονται στον **Πίνακα 2**:

**Πίνακας 2:** Ετήσια οικοδομική δραστηριότητα ξενοδοχειακών κτηρίων (Κύπρος)

Έτος	Αριθμός κτηρίων	Συνολικό εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Μέσο εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) ανά κτήριο
2004	230	186.507	810
2005	199	35.945	180

Με βάση τα δεδομένα στοιχεία, παρατηρείται σημαντική μεταβολή όσον αφορά στο συνολικό εμβαδόν των νέων ξενοδοχειακών κτηρίων ανάμεσα στα έτη 2004 και 2005. Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την κατασκευή ξενοδοχείων, θα ληφθεί μια μέση τιμή των δύο ετών, η οποία κυμαίνεται γύρω στα **111.226 m<sup>2</sup>/ έτος** (μέσο εμβαδόν ανά ξενοδοχειακό κτήριο: 500 m<sup>2</sup>).

Η οικοδομική δραστηριότητα των κτηρίων που προορίζεται για γραφεία τα τελευταία έτη παρουσιάζεται στον **Πίνακα 3**:

**Πίνακας 3:** Ετήσια οικοδομική δραστηριότητα κτηρίων γραφείων (Κύπρος)

Έτος	Αριθμός κτηρίων	Συνολικό εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Μέσο εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) ανά κτήριο
2004	77	87.653	1.138
2005	108	131.537	1.218

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η ετήσια κατασκευή κτηρίων γραφείων κυμαίνεται γύρω στα 88.000 – 130.000 τετραγωνικά μέτρα. Για τις ανάγκες της εκτίμησης που θα ακολουθήσει λαμβάνεται μία μέση τιμή για το εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας κτηρίων γραφείων, ίση με **110.000 m<sup>2</sup>/ έτος** (μέσο εμβαδόν ανά κτήριο γραφείων: 1180 m<sup>2</sup>).

Σχετικά με τα βιομηχανικά κτήρια, τα διαθέσιμα στοιχεία για την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα παρουσιάζονται στον **Πίνακα 4**:

**Πίνακας 4:** Ετήσια οικοδομική δραστηριότητα βιομηχανικών κτηρίων  
(Κύπρος)

Έτος	Αριθμός κτηρίων	Συνολικό εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Μέσο εμβαδόν (m <sup>2</sup> ) ανά κτήριο
2004	193	87.065	451
2005	209	86.910	416

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, η ετήσια κατασκευή βιομηχανικών κτηρίων κυμαίνεται γύρω στα **87.000 m<sup>2</sup>/ έτος** (μέσο εμβαδόν ανά βιομηχανικό κτήριο: 430 m<sup>2</sup>).

## 2.2. Εμβαδόν ανά κατηγορία κτηρίου στην Ελλάδα

Όσον αφορά στα οικιστικά κτήρια στην Ελλάδα, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα. Μία εκτίμηση της ετήσιας κατασκευής νέων οικιστικών κτηρίων μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τη χρονική περίοδο κατασκευής τους από την απογραφή του 2000 (Πίνακας 1.13 Παραρτήματος 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο'). Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, κατά τη χρονική περίοδο 1996 – 2000 κατασκευάστηκαν 191.739 οικιστικά κτήρια, οπότε μπορεί να θεωρηθεί κατά προσέγγιση ότι **ετησίως κατασκευάζονται περίπου 50.000 κτήρια/ έτος**.

Απουσία στοιχείων εμβαδού και δεδομένου ότι το μέσο εμβαδόν οικιστικών κτηρίων στην Κύπρο εκτιμήθηκε στα 410 m<sup>2</sup> / κτήριο, μπορεί να θεωρηθεί η ίδια τιμή και για την Ελλάδα, χωρίς σημαντικό σφάλμα. Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία και τις παραδοχές που έγιναν, το εμβαδόν της ετήσιας οικιστικής οικοδομικής δραστηριότητας εκτιμάται περίπου στα **20.500.000 m<sup>2</sup>/ έτος**.

Σχετικά με τις υπόλοιπες κατηγορίες κτηρίων, τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν στην ετήσια κατασκευή τους (Πίνακας 1.11 Παραρτήματος

Άνασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο) και παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5**:

**Πίνακας 5:** Ετήσια κατασκευή νέων ξενοδοχείων, κτηρίων γραφείων και βιομηχανικών κτηρίων (Ελλάδα)

<b>Έτος</b>	<b>Ξενοδοχεία</b>	<b>Κτήρια γραφείων</b>	<b>Βιομηχανικά κτήρια</b>
2000	600	996	1.211
2001	533	1.315	1.235
2002	535	1.275	1.297
2003	407	1.315	1.397
2004	477	1.138	1.501

Χρησιμοποιώντας το μέσο εμβαδόν για κάθε κατηγορία κτηρίου, όπως αυτό προέκυψε από τις εκτιμήσεις για την Κύπρο μπορεί να υπολογιστεί μία μέση τιμή για το εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας ανά κατηγορία κτηρίου στην Ελλάδα (**Πίνακας 6**):

**Πίνακας 6:** Εμβαδόν ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας ανά κατηγορία κτηρίου (Ελλάδα)

<b>Κατηγορία κτηρίου</b>	<b>Μέσο εμβαδόν (m<sup>2</sup>/ κτήριο)</b>	<b>Συνολικό ετήσιο εμβαδόν (m<sup>2</sup>/ έτος)</b>
Ξενοδοχεία	500	255.000
Κτήρια γραφείων	1.180	1.425.000
Βιομηχανικά κτήρια	430	571.000

### 3. Κατανάλωση οικοδομικών υλικών για την κατασκευή κτηρίων

Ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά την περιβαλλοντική επίδοση των κατασκευών είναι το είδος και οι ποσότητες των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται. Κάθε κατηγορία έργου έχει διαφορετικές απαιτήσεις σε σχέση με τα υλικά κατασκευής.

#### 3.1. Οικιστικά κτήρια

Ενδεικτικά παρουσιάζονται τα υλικά και οι ποσότητες οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για διάφορα οικιστικά κτήρια (Vringer and Blok, 1993; Novem, not dated; Adalberth, 1995) (**Πίνακες 7** και **8**):

**Πίνακας 7:** Απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για κατοικίες (Ολλανδία)

<b>Τμήμα κτηρίου</b>	<b>Τύπος από σκυρόδεμα/ τούβλα</b>	<b>Ξύλινο πλαίσιο</b>
Σκελετός	Τούβλα	Δοκάρια
Πάτωμα	Σκυρόδεμα	Δοκάρια
Εξωτερικό τμήμα	Τούβλα	Δοκάρια
Οροφή	Κεραμίδια	Σκυρόδεμα
<b>Υλικό</b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>	<b>Kg/m<sup>2</sup></b>
Ξύλο	23	80
Χάλυβας	19	3
Σκυρόδεμα	712	90
Τούβλα	75	6
Γύψος	34	100
Ασβέστης	261	-

Πηγή: Vringer and Blok, 1993; Novem, not dated

Από τα βιβλιογραφικά δεδομένα που παρουσιάζονται, η σύσταση των οικοδομικών υλικών που θεωρείται ότι προσεγγίζει την σύσταση που αντιστοιχεί στην Ελληνική και Κυπριακή πραγματικότητα φαίνεται να είναι αυτή της Ολλανδίας, και συγκεκριμένα ο τύπος κατοικίας που βασίζεται στο σκυρόδεμα και στα τούβλα. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιήθηκαν έλλειψη στοιχείων σχετικά με τις απαιτήσεις οικοδομικών υλικών σε Ελλάδα και Κύπρο, και τα οποία βέβαια μπορούν να αναθεωρηθούν από διαθέσιμα



πραγματικά δεδομένα της κατασκευαστικής δραστηριότητας στην Ελλάδα και την Κύπρο. Ο λόγος που επιλέχθηκε η συγκεκριμένη σύσταση οικοδομικών υλικών συνδέεται άμεσα με τα στοιχεία που προέκυψαν από την απογραφή του 2000 στην Ελλάδα, σύμφωνα με τα οποία το σκυρόδεμα και τα τούβλα αποτελούν τα κύρια υλικά κατασκευής κτηρίων (Πίνακας 1.17 Παραρτήματος 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο').

**Πίνακας 8:** Απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για κατοικίες (Σουηδία)

<b>Υλικό</b>	<b>Τύπος 1</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<b>Τύπος 2</b> (kg/m <sup>2</sup> )	<b>Τύπος 3</b> (kg/m <sup>2</sup> )
Σκυρόδεμα	231	341	214
Γύψος	34	33	30
Κεραμίδια	60	62	61
Ξύλο	97	70	78
Πλαστικό	6	7	4
Γυαλί	3	2	3
Χάλυβας	3	6	2

Πηγή: Adalberth, 1995

Με βάση τις απαιτήσεις σε οικοδομικά υλικά που λαμβάνονται υπόψη και το εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας των οικιστικών κτηρίων που εκτιμήθηκε παραπάνω, υπολογίζεται η κατανάλωση υλικών στην Ελλάδα και στην Κύπρο (**Πίνακας 9**):

**Πίνακας 9:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης οικοδομικών υλικών για κατασκευή οικιστικών κτηρίων

<b>Υλικό</b>	<b>Ελλάδα</b> (tn/yr)	<b>Κύπρος</b> (tn/yr)
Ξύλο	471.500	64.400
Χάλυβας	389.500	53.200
Σκυρόδεμα	14.596.000	1.993.600
Τούβλα	1.537.500	210.000
Γύψος	697.000	95.200
Ασβέστης	5.350.500	730.800

### 3.2. Ξενοδοχειακά κτήρια

Όσον αφορά στα ξενοδοχειακά κτήρια, τα στοιχεία σχετικά με τις απαιτήσεις οικοδομικών υλικών προέρχονται από τη Νέα Ζηλανδία (Honey and Buchanan, 1992) και παρουσιάζονται στον **Πίνακα 10**:

**Πίνακας 10:** Απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για ξενοδοχειακά κτήρια

<b>Υλικό</b>	<b>Τύπος από σκυρόδεμα (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Τύπος με δοκάρια (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Ξύλο	39	80
Χάλυβας	22	9
Σκυρόδεμα	760	311

Πηγή: Honey and Buchanan, 1992

Με την παραδοχή ότι ο τύπος από σκυρόδεμα αντιπροσωπεύει καλύτερα την οικοδομική δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο και λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας των ξενοδοχειακών κτηρίων, όπως εκτιμήθηκε παραπάνω, υπολογίζεται η κατανάλωση υλικών στην Ελλάδα και στην Κύπρο (**Πίνακας 11**):

**Πίνακας 11:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης οικοδομικών υλικών για κατασκευή ξενοδοχειακών κτηρίων

<b>Υλικό</b>	<b>Ελλάδα (tn/yr)</b>	<b>Κύπρος (tn/yr)</b>
Ξύλο	9.945	4.338
Χάλυβας	5.610	2.447
Σκυρόδεμα	193.800	84.532

### 3.3. Κτήρια γραφείων

Τα στοιχεία σχετικά με τις απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για την κατασκευή κτηρίων για γραφεία (Honey and Buchanan, 1992) παρουσιάζονται στον **Πίνακα 12**:

**Πίνακας 12:** Απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για κτήρια γραφείων

<b>Υλικό</b>	<b>Τύπος από σκυρόδεμα (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Τύπος από χάλυβα (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Ξύλο	10	1
Χάλυβας	62	89
Σκυρόδεμα	1188	712

Πηγή: Honey and Buchanan, 1992

Οι δύο τύποι κτηρίων θεωρούνται αρκετά διαδεδομένοι στην Ελλάδα και στην Κύπρο, καθώς στα παραδοσιακά κτήρια υπερισχύει το σκυρόδεμα, ενώ τα περισσότερα σύγχρονα κτήρια είναι μεταλλικά και έχουν ως κύριο υλικό κατασκευής το χάλυβα. Ο υπολογισμός της κατανάλωσης οικοδομικών υλικών για την ετήσια κατασκευή κτηρίων για γραφεία βασίζεται στην εκτίμηση του ετήσιου εμβαδού που πραγματοποιήθηκε παραπάνω για Ελλάδα και Κύπρο και συνυπολογίζει τους δύο τύπους κτηρίων (**Πίνακας 13**):

**Πίνακας 13:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης οικοδομικών υλικών για κατασκευή κτηρίων γραφείων

<b>Υλικό</b>	<b>Ελλάδα (tn/yr)</b>	<b>Κύπρος (tn/yr)</b>
Ξύλο	7.838	605
Χάλυβας	107.588	8.305
Σκυρόδεμα	1.353.750	104.500

#### 3.4. Βιομηχανικά κτήρια

Τα στοιχεία σχετικά με τις απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για την κατασκευή βιομηχανικών κτηρίων (Jong, 1995) παρουσιάζονται στον **Πίνακα 14**:

**Πίνακας 14:** Απαιτήσεις οικοδομικών υλικών για βιομηχανικά κτήρια

<b>Υλικό</b>	<b>Ποσότητα (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Σκυρόδεμα	322
Τσιμέντο	2,6
Πλαστικό	5
Χάλυβας	47,6
Ψευδάργυρος	0,8
Αλουμίνιο	0,1
Κοντραπλακέ	3,1
Γυαλί	0,4

Πηγή: Jong, 1995

Λαμβάνοντας υπόψη το εμβαδόν της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας των βιομηχανικών κτηρίων, όπως εκτιμήθηκε παραπάνω, υπολογίζεται η κατανάλωση υλικών στην Ελλάδα και στην Κύπρο (**Πίνακας 15**):

**Πίνακας 15:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης οικοδομικών υλικών για κατασκευή βιομηχανικών κτηρίων

<b>Υλικό</b>	<b>Ελλάδα (tn/yr)</b>	<b>Κύπρος (tn/yr)</b>
Σκυρόδεμα	183.862	28.014
Τσιμέντο	1.485	226
Πλαστικό	2.855	435
Χάλυβας	27.180	4.141
Ψευδάργυρος	457	70
Αλουμίνιο	57	9
Κοντραπλακέ	1.770	270
Γυαλί	228	35

#### **4. Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO<sub>2</sub> για τα κτήρια**

##### *4.1. Κατανάλωση ενέργειας κατά την κατασκευή*

Η κατανάλωση ενέργειας αποτελεί την πλέον σημαντική περιβαλλοντική πτυχή του κατασκευαστικού κλάδου και συνδέεται κυρίως με τη φάση κατασκευής και λειτουργίας (ιδιαίτερα αφορά στη λειτουργία των κτηρίων).

Η κατανάλωση ενέργειας κατά τη φάση κατασκευής σχετίζεται άμεσα με παραγωγή των οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται, καθώς σημαντικό παράγοντα αποτελεί το πρωτεύον ενεργειακό περιεχόμενο των υλικών κατασκευής. Στην εκτίμηση που ακολουθεί λαμβάνεται υπόψη μόνο η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή των υλικών κατασκευής, καθώς οι υπόλοιπες καταναλώσεις (μεταφορά υλικών, λειτουργία μηχανημάτων κατά την κατασκευή κλπ.) είναι δύσκολο να εκτιμηθούν, ενώ παράλληλα θεωρείται ότι επιβαρύνουν σε πολύ μικρό ποσοστό το ενεργειακό κόστος της κατασκευής.

Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή μιας κατοικίας, για την ακρίβεια για την παραγωγή των απαιτούμενων υλικών κατασκευής της κατοικίας, σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές από τη Νέα Ζηλανδία, ανέρχονται σε **1.100 kWh/m<sup>2</sup>** (Buchanan and Honey, 1994). Με δεδομένη την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα των κατοικιών σε Ελλάδα και Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για την κατασκευή κατοικιών, με βάση τα ενεργειακά μεγέθη των υλικών κατασκευής (**Πίνακας 16**):

**Πίνακας 16:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή οικιστικών κτηρίων (με βάση τα υλικά κατασκευής)

<b>Χώρα</b>	<b>Κατανάλωση ενέργειας</b> (εκατομμύρια kWh/m <sup>2</sup> )
Ελλάδα	22.550
Κύπρος	3.080

Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή ενός ξενοδοχείου με κύριο υλικό κατασκευής το σκυρόδεμα, σύμφωνα με τις προαναφερόμενες πηγές,

ανέρχονται σε **950 kWh/m<sup>2</sup>** (Buchanan and Honey, 1994). Με δεδομένη την ετήσια οικοδομική δραστηριότητα των ξενοδοχειακών κτηρίων σε Ελλάδα και Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για την κατασκευή τους (**Πίνακας 17**):

**Πίνακας 17:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή ξενοδοχειακών κτηρίων (με βάση τα υλικά κατασκευής)

<b>Χώρα</b>	<b>Κατανάλωση ενέργειας</b> (χιλιάδες kWh/m <sup>2</sup> )
Ελλάδα	242.250
Κύπρος	105.665

Όσον αφορά στα κτήρια γραφείων, οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή τους επηρεάζονται σημαντικά από την επιλογή του κύριου υλικού κατασκευής. Στην περίπτωση που το σκυρόδεμα αποτελεί το κύριο υλικό κατασκευής, οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή ενός γραφείων ανέρχονται σε **1.560 kWh/m<sup>2</sup>**, ενώ με βασικό υλικό το χάλυβα, η ενεργειακή κατανάλωση εκτιμάται σε **1.830 kWh/m<sup>2</sup>** (Buchanan and Honey, 1994).

Καθώς και οι δύο τύποι κτηρίων θεωρούνται αρκετά διαδεδομένοι στην Ελλάδα και στην Κύπρο, ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης για την ετήσια κατασκευή κτηρίων για γραφεία λαμβάνει υπόψη τους δύο τύπους κτηρίων (**Πίνακας 18**):

**Πίνακας 18:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή κτηρίων γραφείων (με βάση τα υλικά κατασκευής)

<b>Χώρα</b>	<b>Κατανάλωση ενέργειας</b> (χιλιάδες kWh/m <sup>2</sup> )
Ελλάδα	2.415.375
Κύπρος	186.450

Οι ενεργειακές απαιτήσεις για την κατασκευή ενός βιομηχανικού κτηρίου, σύμφωνα με βιβλιογραφικές πηγές, ανέρχονται σε **890 kWh/m<sup>2</sup>** (Buchanan and Honey, 1994). Με δεδομένη την ετήσια οικοδομική

δραστηριότητα των βιομηχανικών κτηρίων σε Ελλάδα και Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για την κατασκευή τους (**Πίνακας 19**):

**Πίνακας 19:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κατασκευή βιομηχανικών κτηρίων

<b>Χώρα</b>	<b>Κατανάλωση ενέργειας</b> (χιλιάδες kWh/m <sup>2</sup> )
Ελλάδα	508.190
Κύπρος	77.430

#### 4.2. Κατανάλωση ενέργειας κατά τη λειτουργία

Τα κτήρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για τη λειτουργία ειδικών συσκευών. Η ενεργειακή κατανάλωση εξαρτάται άμεσα από το λειτουργικό σκοπό, τις παραμέτρους σχεδιασμού και τις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου.

Τα διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με την κάθε κατηγορία κτηρίου προέρχονται από τιμές που έχουν οριστεί για τη λειτουργία ενεργειακώς αποδοτικών κατασκευών στην Ευρώπη (ICLEI, 2003), καθώς και από μετρήσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε υφιστάμενα κτήρια στην Ελλάδα ([www.spitia.gr](http://www.spitia.gr)). Επειδή οι τιμές που ορίζονται για τη λειτουργία ενεργειακώς αποδοτικών κτηρίων διαφέρουν σημαντικά από τις τιμές που καταγράφονται με βάση τα Ελληνικά δεδομένα, τα στοιχεία που παρουσιάζονται αφορούν στο εύρος των τιμών που συγκεντρώθηκαν (**Πίνακας 20**):

**Πίνακας 20:** Τυπικές τιμές ενεργειακής κατανάλωσης ανά κατηγορία κτηρίου

<b>Κατηγορία κτηρίου</b>	<b>Ενεργειακή κατανάλωση</b> (kWh/m <sup>2</sup> -yr)
Κατοικίες	84 - 170
Ξενοδοχεία	160 - 273
Γραφεία	90 - 187
Βιομηχανικά	90 - 187 *

\* Δε λαμβάνεται υπόψη η γραμμή παραγωγής

Σημειώνεται ότι στην περίπτωση των βιομηχανικών κτηρίων, όπου η ενεργειακή κατανάλωση επηρεάζεται στο μεγαλύτερο βαθμό από το είδος της δραστηριότητας, δεν είναι δυνατό να συμπεριληφθεί η κατανάλωση στη γραμμή παραγωγής, καθώς διαφέρει σημαντικά για κάθε βιομηχανία. Για το λόγο αυτό λαμβάνεται υπόψη μόνο η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για τις βασικές ανάγκες κάθε βιομηχανικού κτηρίου (φωτισμός, θέρμανση, ψύξη, εξαερισμός κλπ.) και θεωρείται ίση με αυτή που αντιστοιχεί και στα κτήρια γραφείων.

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, οι τιμές που προέρχονται από παλαιότερες ενεργειακές επιθεωρήσεις στην Ελλάδα (Σανταμούρης, 2006) λαμβάνονται ως οι ανώτατες τιμές που μπορούν να συναντηθούν, καθώς τα τελευταία η κατασκευή σύγχρονων κτηρίων θεωρείται ότι έχει μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση. Αντίθετα, οι τιμές που έχουν οριστεί για τη λειτουργία ενεργειακώς αποδοτικών κατασκευών στην Ευρώπη λαμβάνονται ως το κατώτατο όριο ενεργειακής κατανάλωσης που μπορεί να συναντηθεί τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη.

Με δεδομένο το συνολικό εμβαδόν των νέων κτηρίων που κατασκευάζονται ετησίως σε Ελλάδα και Κύπρο, όπως εκτιμήθηκε παραπάνω, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για τη λειτουργία τους (**Πίνακας 21**).

**Πίνακας 21:** Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ανά κατηγορία κτηρίου

<b>Κατηγορία κτηρίου</b>	<b>Ελλάδα</b> (χιλιάδες kWh/yr)		<b>Κύπρος</b> (χιλιάδες kWh/yr)	
	Ελάχιστο	Μέγιστο	Ελάχιστο	Μέγιστο
Κατοικίες	1.722.000	3.485.000	235.200	476.000
Ξενοδοχεία	40.800	69.615	17.796	30.365
Γραφεία	128.250	266.475	9.900	20.570
Βιομηχανικά	51.390	106.777	7.830	16.269
<i>Σύνολο νέων κτηρίων</i>	<i>1.942.440</i>	<i>3.927.867</i>	<i>270.726</i>	<i>543.204</i>



#### 4.3. Εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά την κατασκευή

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> συνδέονται άμεσα με την κατανάλωση ενέργειας και εκλύονται τόσο κατά τη φάση κατασκευής όσο και λειτουργίας ενός κτηρίου.

Όσον αφορά στη φάση κατασκευής, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> συνδέονται με την παραγωγή των απαιτούμενων υλικών κατασκευής και παρουσιάζονται στον **Πίνακα 22** (Buchanan and Honey, 1994):

**Πίνακας 22:** Τυπικές τιμές εκπομπών CO<sub>2</sub> για την κατασκευή ανά κατηγορία κτηρίου (με βάση τα υλικά κατασκευής)

<b>Κατηγορία κτηρίου</b>	<b>Εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/ m<sup>2</sup>)</b>
Κατοικίες	67
Ξενοδοχεία	80
Γραφεία	125
Βιομηχανικά	67

Με δεδομένο το συνολικό εμβαδόν των νέων κτηρίων που κατασκευάζονται ετησίως σε Ελλάδα και Κύπρο, όπως εκτιμήθηκε παραπάνω, μπορούν να υπολογιστούν οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub>. (**Πίνακας 23**).

**Πίνακας 23:** Ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> από την ετήσια λειτουργία των νέων κτηρίων (με βάση τα υλικά κατασκευής)

<b>Κατηγορία κτηρίου</b>	<b>Ελλάδα</b> (χιλιάδες kg/yr)	<b>Κύπρος</b> (χιλιάδες kg/yr)
Κατοικίες	1.373.500	187.600
Ξενοδοχεία	20.400	8.898
Γραφεία	178.125	13.750
Βιομηχανικά	38.257	5.829
<b>Σύνολο νέων κτηρίων</b>	<b>1.610.282</b>	<b>216.077</b>

Οι εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά την φάση λειτουργίας δεν παρουσιάζονται στην παρούσα μελέτη λόγω έλλειψης ποσοτικών δεδομένων σχετικά με τους τομείς στους οποίους καταναλώνεται ενέργεια (κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, φωτισμό κλπ) και, κατ'επέκταση, έχουν άμεση επιρροή στις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

## **5. Παραγωγή αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) από τα κτήρια**

Για την εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας ΑΕΚΚ, χρησιμοποιείται ένα γενικό υπολογιστικό μοντέλο, το οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

### *5.1. Απόβλητα Κατασκευών*

Η παραγόμενη ποσότητα αποβλήτων κατασκευής υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$CW = [NC + EX] * VW * D$$

όπου:

CW: Απόβλητα κτηριακών κατασκευών σε τόνους

NC: Εμβαδόν νέων κατασκευών

EX: Προσθήκες σε υφιστάμενες οικοδομές

VW: Όγκος παραγόμενου αποβλήτου ανά εμβαδόν νέας οικοδομής

D: Πυκνότητα αποβλήτου

### *5.2. Απόβλητα Κατεδαφίσεων*

Όπου γίνεται κατεδάφιση κτηρίου συνήθως συνοδεύεται από εκσκαφή για την απομάκρυνση των παλαιών θεμελίων και την τοποθέτηση νέων. Τα απόβλητα εκσκαφών αποτελούνται κυρίως από χώμα και πέτρες σε μικρότερες ποσότητες. Επίσης κατά την αρχή της διαδικασίας της κατασκευής παράγονται απόβλητα εκσκαφών λόγω των εργασιών διαμόρφωσης του οικοπέδου και την τοποθέτηση των θεμελίων.

Η εξίσωση για τα απόβλητα κατεδαφίσεων έχει τη μορφή:

$$DW = ND * SD * WD * D$$

όπου:

DW: Απόβλητα κατεδαφίσεων σε τόνους

ND: Αριθμός κατεδαφίσεων

SD: Μέσο εμβαδόν των κτηρίων

WD: Παραγόμενο απόβλητο για κάθε κατεδάφιση

D: Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου

### 5.3. Απόβλητα Εκσκαφών

Η εξίσωση για τα απόβλητα εκσκαφών είναι:

$$EW = ND * ES * ED * D$$

όπου:

EW: Απόβλητα εκσκαφών σε τόνους

ND: Αριθμός αδειών νέων κατασκευών

ES: Μέση επιφάνεια εκσκαφής

ED: Μέσο βάθος εκσκαφής

D: Πυκνότητα παραγόμενου αποβλήτου

Τα δεδομένα που απαιτούνται για την εκτίμηση των παραγόμενων αποβλήτων στην Ελλάδα και στην Κύπρο βασίζονται σε στοιχεία της 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο', η οποία έχει ήδη ολοκληρωθεί στα πλαίσια της δεύτερης δράσης του προγράμματος, καθώς και σε ορισμένες παραδοχές, που παρουσιάζονται παρακάτω.

Για τον όγκο των αποβλήτων κατασκευών ανά 100 m<sup>2</sup> νέας οικοδομής (VW), χρησιμοποιήθηκαν ορισμένες παραδοχές, οι οποίες προέκυψαν από παλαιότερες μελέτες (βάσει παλαιότερης μελέτης για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Κύπρο). Με βάση αυτές:

$$VW_{\text{Ελλάδας}} = 6 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$$

$$VW_{\text{Κύπρου}} = 10 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$$

Για την πυκνότητα των αποβλήτων κατασκευών (D) θεωρήθηκαν οι ακόλουθες τιμές:

$$D_{\text{Ελλάδας}} = 1,6 \text{ tn/m}^3$$

$$D_{\text{Κύπρου}} = 1,2 \text{ tn/m}^3$$

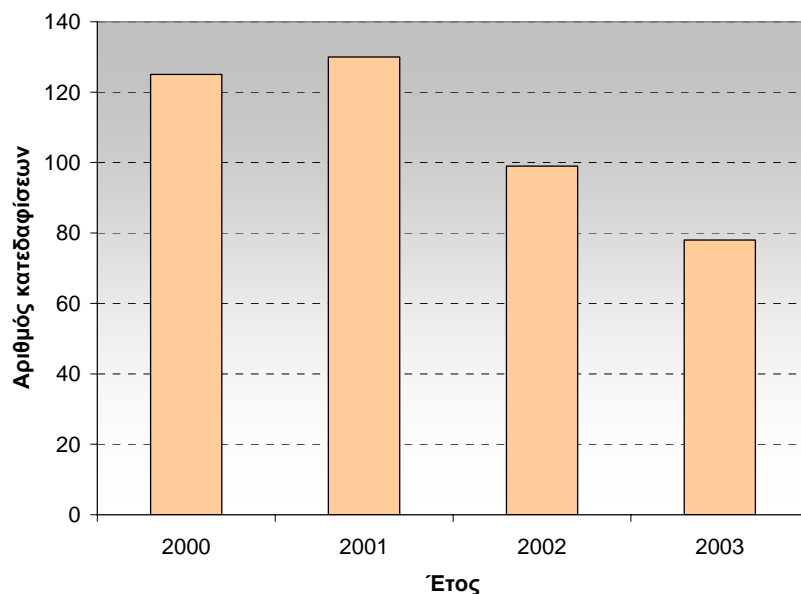
Όσον αφορά στον αριθμό ορόφων ανά κτήριο, το δεδομένο αυτό για την Ελλάδα προκύπτει από τον Πίνακα 1.8 του Παραρτήματος της 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο', όπου παρουσιάζονται τα ετήσια στοιχεία για τον αριθμό των νέων κατασκευών και τον αντίστοιχο αριθμό ορόφων. Με βάση αυτά μπορεί να πραγματοποιηθεί μία αρκετά ενδεικτική εκτίμηση του μέσου αριθμού ορόφων ανά κτήριο, η οποία αντιστοιχεί σε 2 ορόφους ανά κτήριο. Για την Κύπρο, η αντίστοιχη τιμή μπορεί να θεωρηθεί, χωρίς σημαντικές αποκλίσεις περίπου στους 1,5 ορόφους ανά κτήριο.

Ο αριθμός των κατεδαφίσεων για την Ελλάδα προκύπτει από τα στοιχεία της 'Ανασκόπησης της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο' (Πίνακας 1.3 Παραρτήματος) και παρουσιάζεται συνοπτικά στον **Πίνακα 24**:

**Πίνακας 24:** Αριθμός κατεδαφίσεων ανά έτος (Ελλάδα)

<b>Έτος</b>	<b>Αριθμός</b>
2000	4.770
2001	5.312
2002	6.291
2003	6.067
2004	6.254

Τα αντίστοιχα στοιχεία για την Κύπρο προέρχονται από τη Στατιστική Υπηρεσία Κύπρου (**Διάγραμμα 1**):



**Διάγραμμα 1:** Συνολικός αριθμός κατεδαφιστέων κτηρίων ανά έτος (Κύπρος)

Παρατηρώντας την εξέλιξη των κατεδαφίσεων των τελευταίων ετών στην Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί ο αριθμός των κατεδαφίσεων και για τα έτη 2004 και 2005, περίπου στα 100 κτήρια ετησίως.

Το μέσο εμβαδόν κτηρίων (SD) υπολογίζεται με βάση τα δεδομένα που έχουν συγκεντρωθεί σχετικά τον αριθμό και το εμβαδόν των ετήσιων οικοδομικών αδειών στην Ελλάδα (Πίνακας 3 'Ανασκόπησης Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο') και στην Κύπρο (Πίνακας 1.14 Παραρτήματος 'Ανασκόπησης Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο') (**Πίνακας 25**).

**Πίνακας 25:** Αριθμός και εμβαδόν νέων κατασκευών ανά έτος (Ελλάδα)

Έτος	Αριθμός κτηρίων	Συνολικό εμβαδόν(m <sup>2</sup> )	Μέσο εμβαδόν (m <sup>2</sup> / κτήριο)
<b>Ελλάδα</b>			
2002	83.662	22.136.000	265
2003	83.667	21.478.000	257
2004	80.842	20.488.000	253
<b>Κύπρος</b>			
2004	8.252	3.015.708	365
2005	9.098	3.416.980	376

Με βάση τους παραπάνω πίνακες και τα στοιχεία για τα διάφορα έτη, μπορεί να θεωρηθεί μία μέση τιμή για το εμβαδόν ανά κτήριο:

$$SD_{\text{Ελλάδας}} = 260 \text{ m}^2 / \text{κτήριο}$$

$$SD_{\text{Κύπρου}} = 370 \text{ m}^2 / \text{κτήριο}$$

Για την εκτίμηση της παραγόμενης ποσότητας αποβλήτων σε Ελλάδα και Κύπρο, απαιτούνται και άλλα στοιχεία, όπως ο όγκος αποβλήτων κατεδαφίσεων ανά εμβαδόν οικοδομής, η πυκνότητα των αποβλήτων κατεδαφίσεων, η μέση επιφάνεια και το μέσο βάθος εκσκαφής, και η πυκνότητα του παραγόμενου αποβλήτου εκσκαφών. Καθώς δεν υπάρχουν βιβλιογραφικά δεδομένα για τις παραπάνω παραμέτρους, υιοθετήθηκαν ορισμένες παραδοχές για τις τιμές αυτές (βάσει παλαιότερης μελέτης για τη διαχείριση των ΑΕΚΚ στην Κύπρο).

Στον **Πίνακα 26** που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά τα δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό των παραγόμενων αποβλήτων.

**Πίνακας 26:** Παράμετροι για τον Υπολογισμό των Ποσοτήτων ΑΕΚΚ

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΣ	ΚΥΠΡΟΣ	ΕΛΛΑΔΑ
Όγκος Αποβλήτων Κατασκευών ανά εμβαδόν νέας οικοδομής	0,1 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	0,06 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>
Πυκνότητα Αποβλήτων Κατασκευών	1,2 tn/m <sup>3</sup>	1,6 tn/m <sup>3</sup>
Μέσο εμβαδόν Κτηρίων	370 m <sup>2</sup>	260 m <sup>2</sup>
Μέσος Αριθμός Ορόφων ανά κτήριο	1,5	2
Όγκος Αποβλήτων Κατεδαφίσεων ανά εμβαδόν οικοδομής	1,5 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	0,8 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>
Πυκνότητα Αποβλήτων Κατεδαφίσεων	1,5 tn/m <sup>3</sup>	1,6 tn/m <sup>3</sup>
Μέση Επιφάνεια Εκσκαφής	250 m <sup>2</sup>	130 m <sup>2</sup>
Μέσο Βάθος Εκσκαφής	2 m	3 m
Πυκνότητα Αποβλήτου Εκσκαφών	1,4 tn/m <sup>3</sup>	1,4 tn/m <sup>3</sup>

5.4. Ποσότητες Αποβλήτων για το σύνολο της ετήσιας οικοδομικής δραστηριότητας

Από την εφαρμογή των εξισώσεων του μοντέλου προκύπτουν οι ακόλουθες τιμές για τις διάφορες κατηγορίες αποβλήτων για Ελλάδα και Κύπρο (**Πίνακες 27, 28 και 29**):

**Πίνακας 27:** Ποσότητες Αποβλήτων Κατασκευών

Έτος	Ποσότητα (tn)
<b>Ελλάδα</b>	
2002	2.125.056
2003	2.061.888
2004	1.966.848
<b>Κύπρος</b>	
2004	361.885
2005	410.038

**Πίνακας 28:** Ποσότητες Αποβλήτων Κατεδαφίσεων

<b>Ελλάδα</b>		<b>Κύπρος</b>	
Έτος	Ποσότητα (tn)	Έτος	Ποσότητα (tn)
2000	1.587.456	2000	104.063
2001	1.767.834	2001	108.225
2002	2.093.645	2002	82.418
2003	2.019.098	2003	64.935
2004	2.081.331	2004	83.250
2005	-	2005	83.250

**Πίνακας 29:** Ποσότητες Αποβλήτων Εκσκαφών (Ελλάδα)

Έτος	Ποσότητα (tn)
<b>Ελλάδα</b>	
2002	45.679.452
2003	45.682.182
2004	44.139.732
<b>Κύπρος</b>	
2004	5.776.400
2005	6.368.600

Παρατηρούμε ότι οι ποσότητες των αποβλήτων εκσκαφών είναι οι μεγαλύτερες σε σχέση με τις δύο προηγούμενες κατηγορίες, κατασκευών και κατεδαφίσεων. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει λόγω του ότι τόσο κατά την κατεδάφιση υφιστάμενων κτηρίων όσο και κατά τις διαδικασίες για ανέγερση νέας οικοδομής έχουμε την απομάκρυνση μεγάλων ποσοτήτων χώματος και πετρώων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που παρουσιάστηκαν προηγουμένως οι συνολικές ποσότητες ΑΕΚΚ για την Ελλάδα και την Κύπρο παρουσιάζονται στον ακόλουθο **Πίνακα 30**:

**Πίνακας 30:** Συνολικές Ποσότητες ΑΕΚΚ για Ελλάδα και Κύπρο

<b>ΕΛΛΑΔΑ</b>	
2002	49.898.153 tn
2003	49.763.168 tn
2004	48.187.911 tn
<i>Μέση τιμή της ετήσια παραγωγής</i>	<i>49.283.000 tn/yr</i>
<b>ΚΥΠΡΟΣ</b>	
2004	6.221.535 tn
2005	6.861.888 tn
<i>Μέση τιμή της ετήσια παραγωγής</i>	<i>6.542.000 tn/yr</i>

Μία εκτίμηση για την ποσοστιαία σύσταση των ΑΕΚΚ κι επομένως τις παραγόμενες ποσότητες αποβλήτων ανά κατηγορία σε Ελλάδα και Κύπρο παρουσιάζεται στον **Πίνακα 31**:

**Πίνακας 31:** Σύσταση των παραγόμενων αποβλήτων

<b>Υλικό</b>	<b>% συμμετοχή</b>	<b>Ποσότητα στην Ελλάδα (tn/yr)</b>	<b>Ποσότητα στην Κύπρο (tn/yr)</b>
Χαρτί	9	4.435.470	588.780
Πλαστικό	2	985.660	130.840
Μέταλλα	5	2.464.150	327.100
Ξύλο	14	6.899.620	915.880
Οικοδομικά υλικά (σκυρόδεμα, τούβλα κ.α.)	65	32.033.950	4.252.300
Λοιπά υλικά	5	2.464.150	327.100



Η εκτίμηση της παραγωγής αποβλήτων μπορεί να επιχειρηθεί ξεχωριστά για τις κατηγορίες κτηρίων που μελετώνται σε Ελλάδα και Κύπρο: κατοικίες, κτήρια γραφείων, ξενοδοχεία και βιομηχανικά κτήρια. Η εκτίμηση αυτή δεν περιλαμβάνει τα απόβλητα κατεδαφίσεων, καθώς δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία για τον αριθμό των κατεδαφίσεων ανά κατηγορία κτηρίου. Ωστόσο, μπορεί να θεωρηθεί αρκετά αντιπροσωπευτική του συνόλου των ΑΕΚΚ, καθώς τα απόβλητα κατεδαφίσεων αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό σε σύγκριση με τις υπόλοιπες δύο κατηγορίες αποβλήτων, και ιδιαίτερα των αποβλήτων εκσκαφών.

Στον **Πίνακα 32** παρουσιάζεται η εκτίμηση της ετήσιας παραγωγής αποβλήτων από την οικοδομική δραστηριότητα της κάθε κατηγορίας κτηρίου, όπως προέκυψε από τη χρήση του υπολογιστικού μοντέλου που αναλύθηκε παραπάνω:

**Πίνακας 32:** Ετήσια παραγωγή αποβλήτων ανά κατηγορία κτηρίου

<b>ΕΛΛΑΔΑ</b>			
<i>Κατηγορία κτηρίου</i>	<i>Απόβλητα κατασκευών (tn/yr)</i>	<i>Απόβλητα εκσκαφών (tn/yr)</i>	<i>Σύνολο ΑΕΚΚ (tn/yr)</i>
Κατοικίες	1.968.000	43.050.000	45.018.000
Ξενοδοχεία	24.480	535.500	559.980
Γραφεία	136.800	2.993.424	3.130.224
Βιομηχανικά	54.816	1.199.184	1.254.000
<b>ΚΥΠΡΟΣ</b>			
<i>Κατηγορία κτηρίου</i>	<i>Απόβλητα κατασκευών (tn/yr)</i>	<i>Απόβλητα εκσκαφών (tn/yr)</i>	<i>Σύνολο ΑΕΚΚ (tn/yr)</i>
Κατοικίες	336.000	5.272.381	5.608.381
Ξενοδοχεία	13.347	200.667	214.014
Γραφεία	13.200	204.848	218.048
Βιομηχανικά	10.440	161.336	171.776

## 6. Οδικοί άξονες

Όσον αφορά στα δημόσια έργα, τα διαθέσιμα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί αφορούν κυρίως τους οδικούς άξονες σε Ελλάδα και Κύπρο. Επειδή η κατασκευή οδικών αξόνων αποτελεί ένα από τα κυρίαρχα δημόσια έργα, όπως προέκυψε και στα πλαίσια προηγούμενης δράσης του προγράμματος (‘Ανασκόπηση της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο’), η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων θα περιοριστεί σε αυτούς.

### 6.1. Εκτίμηση μήκους

Για την εκτίμηση του μήκους των οδικών αξόνων που κατασκευάζονται ανά έτος στην Κύπρο, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από την ‘Ανασκόπηση της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο’ (Πίνακας 1.19 Παραρτήματος).

Τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν στην ετήσια κατασκευή νέων δρόμων και παρουσιάζονται συνοπτικά στον **Πίνακα 33**:

**Πίνακας 33:** Ετήσια κατασκευή νέων δρόμων (Κύπρος)

Έτος	Μήκος (km)
2000	244
2001	267
2002	253
2003	227
2004	299

Όπως παρατηρείται από την εξέλιξη των τελευταίων ετών στην Κύπρο, η ετήσια κατασκευή νέων δρόμων κυμαίνεται γύρω στα 240 – 300 χιλιόμετρα. Για τις ανάγκες της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα ακολουθήσει λαμβάνεται μία μέση τιμή για το μήκος της ετήσιας κατασκευής νέων δρόμων, ίση με **260 km/ έτος**.

Όσον αφορά στην Ελλάδα, τα διαθέσιμα στοιχεία αφορούν στο συνολικό μήκος του οδικού δικτύου το 1993, σύμφωνα με τα οποία εκτιμήθηκε στα

116.000 km (Gielen, 1997). Με την παραδοχή ότι το οδικό δίκτυο αυξάνεται ετησίως κατά 0,4%, μπορεί να γίνει μία εκτίμηση του μήκους της ετήσιας κατασκευής νέων δρόμων, η οποία κυμαίνεται στα **480 km/ έτος**.

### 6.2. Κατανάλωση υλικών για την κατασκευή

Ένας δρόμος αποτελείται από διάφορα στρώματα αδρανών υλικών και πίσσας, κάθε ένα από τα οποία είναι σχεδιασμένο για συγκεκριμένο λειτουργικό σκοπό. Σε γενικές γραμμές, τα στρώματα αυτά στοχεύουν στην αύξηση της αντοχής του οδικού άξονα, με βάση το κυκλοφοριακό φορτίο για το οποίο έχει σχεδιαστεί.

Η πίσσα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα στην κατασκευή έργων οδοποιίας, καθώς συνδέει τα αδρανή υλικά και γεμίζει τα διάκενα, αποτρέποντας έτσι τη διείσδυση του νερού. Η ανάμιξη της πίσσας και των αδρανών υλικών για τη δημιουργία της ασφάλτου αποτελεί μία διαδικασία που απαιτεί σημαντική κατανάλωση ενέργειας. Συνοπτικά, απαιτείται ξήρανση κι εν συνεχεία θέρμανση των αδρανών υλικών, πριν αναμιχθούν με τη θερμή πίσσα. Το παραγόμενο μίγμα, σε θερμοκρασία που ξεπερνάει τους 160 °C, μεταφέρεται και επιστρώνεται στο χώρο κατασκευής του δρόμου, ενώ είναι ακόμα θερμό.

Η κατανάλωση υλικών σχετίζεται άμεσα με το είδος του οδικού άξονα (κύριος, δευτερεύων, επαρχιακός, αστικός κλπ.) και το φορτίο σχεδιασμού. Ωστόσο, διαθέσιμα στοιχεία σχετικά με τις τυπικές απαιτήσεις υλικών για την κατασκευή δρόμων (Gielen, 1997) παρουσιάζονται στον **Πίνακα 34**:

**Πίνακας 34:** Τυπικές απαιτήσεις υλικών για κατασκευή οδικών αξόνων

Υλικό	Τύπος με άσφαλο (υψηλή περιεκτικότητα)	Τύπος με σκυρόδεμα	Τύπος με άσφαλο (χαμηλή περιεκτικότητα)
Άσφαλτος (tn/ km)	16.500	2.200	2.000
Τσιμέντο (tn/ km)	-	2.500	-
Χάλυβας (tn/ km)	-	40	-

Θεωρώντας ότι ο τύπος οδοστρώματος με υψηλή περιεκτικότητα ασφάλτου αντιπροσωπεύει καλύτερη την κατασκευαστική δραστηριότητα σε Ελλάδα και Κύπρο, μπορεί να εκτιμηθεί η ετήσια κατανάλωση υλικών για την κατασκευή των νέων οδικών αξόνων (**Πίνακας 35**):

**Πίνακας 35:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης υλικών για κατασκευή οδικών αξόνων

<b>Χώρα</b>	<b>Άσφαλτος</b> (χιλ. tn/ yr)
Ελλάδα	7.920
Κύπρος	4.290

### 6.3. Κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO<sub>2</sub>

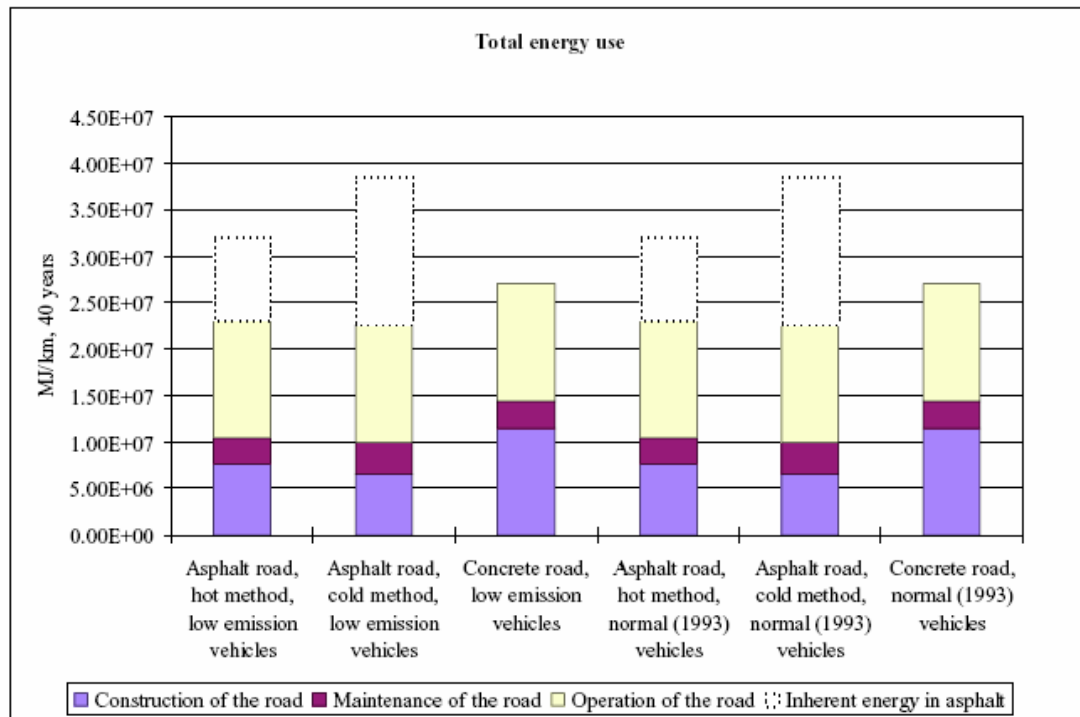
Η κατανάλωση ενέργειας στα έργα οδοποιίας σχετίζεται με την κατασκευή, τη λειτουργία και τη συντήρηση του οδικού άξονα. Η ενεργειακή κατανάλωση κατά την κατασκευή, σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα (Gielen, 1997), η οποία αφορά κυρίως στις ενεργειακές απαιτήσεις για την παραγωγή της ασφάλτου (απαιτήσεις θέρμανσης) και τη μεταφορά των υλικών, ανέρχεται σε 15.500 GJ/km. Με βάση την παραπάνω εκτίμηση υπολογίζεται η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για την κατασκευή νέων δρόμων σε Ελλάδα και Κύπρο και παρουσιάζεται στον **Πίνακα 36**:

**Πίνακας 36:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης για την κατασκευή νέων δρόμων

<b>Χώρα</b>	<b>Ετήσια κατανάλωση</b> (χιλ. GJ/yr)
Ελλάδα	7.440
Κύπρος	4.030

Πέρα από τα δεδομένα για την κατανάλωση ενέργειας κατά τη φάση της κατασκευής, υπάρχουν και στοιχεία για τις ενεργειακές απαιτήσεις στο σύνολο της κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης ενός δρόμου στα πρότυπα μίας ανάλυσης κύκλου ζωής (Stripple, 2001), ανάλογα με ορισμένες παραμέτρους (βασικό υλικό κατασκευής, τύπος

χρησιμοποιούμενων οχημάτων μεταφοράς). Τα στοιχεία από την ανάλυση του κύκλου ζωής παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 2**:



**Διάγραμμα 2:** Κατανάλωση ενέργειας για κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση ανά μήκος δρόμου (Λαμβάνονται 40 έτη λειτουργίας του δρόμου)

Οι διακεκομμένες γραμμές στο διάγραμμα αντιπροσωπεύουν το ενεργειακό περιεχόμενο τη πίσσας, από τη στιγμή που αποτελεί καύσιμο υλικό (υδρογονάνθρακας). Ωστόσο, επειδή αυτή η ενέργεια δεν αξιοποιείται σε κανένα από τα στάδια του κύκλου ζωής του οδοστρώματος, δε λαμβάνεται υπόψη στη συνέχεια στους υπολογισμούς.

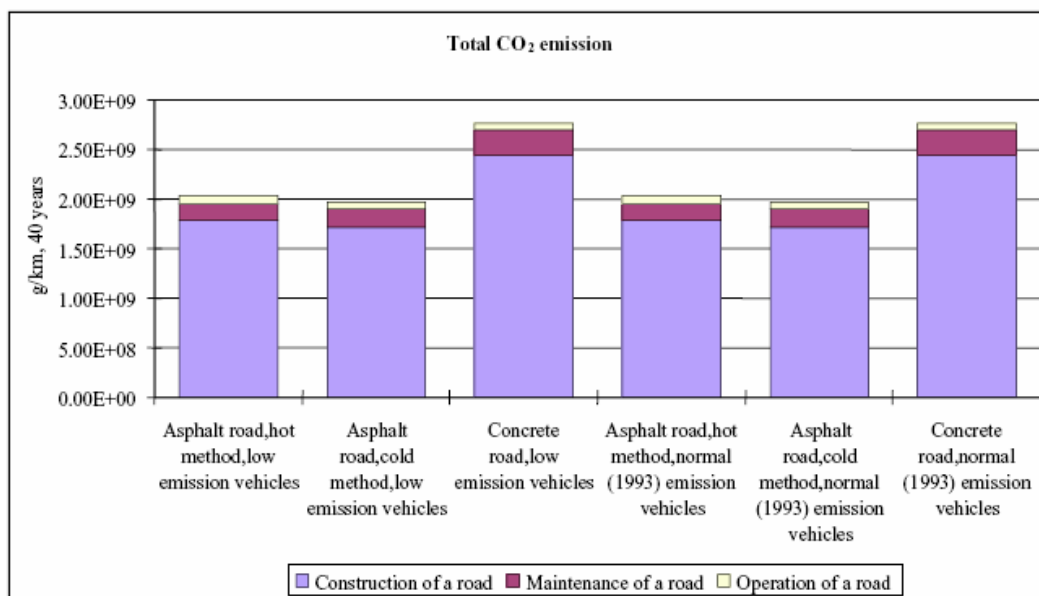
Με την παραδοχή ότι οι περισσότεροι οδικοί άξονες στην Ελλάδα και στην Κύπρο κατασκευάζονται με άσφαλτο, λαμβάνονται τα αντίστοιχα δεδομένα από το διάγραμμα για την εκτίμηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης για την ετήσια κατασκευή νέων δρόμων και τη λειτουργία τους για 40 έτη, σύμφωνα με τα οποία αυτή ανέρχεται 23.000 GJ/ km (**Πίνακας 37**).

**Πίνακας 37:** Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης για την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση νέων δρόμων

<b>Χώρα</b>	<b>Ετήσια κατανάλωση</b> (χιλ. GJ/yr)
Ελλάδα	11.040
Κύπρος	5.980

\* Λαμβάνονται 40 έτη λειτουργίας του δρόμου

Δεδομένα για τις εκπομπές CO<sub>2</sub> από τη φάση της κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης δρόμων, με θεωρούμενη διάρκεια ζωής 40 ετών, συλλέχθηκαν από τη βιβλιογραφία ως μέρος μίας μελέτης ανάλυσης κύκλου ζωής (Strippel, 2001) και παρουσιάζονται στο **Διάγραμμα 3**. Οι εκπομπές διαχωρίζονται ανάλογα με παραμέτρους, όπως το βασικό υλικό κατασκευής και ο τύπος χρησιμοποιούμενων οχημάτων μεταφοράς.



**Διάγραμμα 3:** Εκπομπές CO<sub>2</sub> από την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση ανά μήκος δρόμου (Λαμβάνονται 40 έτη λειτουργίας του δρόμου)

Όπως φαίνεται και από το **Διάγραμμα 3**, οι σημαντικότερες ποσότητες CO<sub>2</sub> εκλύονται κατά τη φάση κατασκευής του οδικού άξονα, ενώ ακολουθεί σε πολύ μικρότερο βαθμό η διαδικασία της συντήρησής του.

Με την παραδοχή ότι οι περισσότεροι οδικοί άξονες στην Ελλάδα και στην Κύπρο κατασκευάζονται με άσφαλτο, λαμβάνονται τα αντίστοιχα δεδομένα από το διάγραμμα για την εκτίμηση των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub> από την ετήσια κατασκευή νέων δρόμων και τη λειτουργία τους για 40 έτη (**Πίνακας 38**).

**Πίνακας 38:** Εκτίμηση των ετήσιων εκπομπών CO<sub>2</sub> από την κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση νέων δρόμων

<b>Χώρα</b>	<b>Ετήσια κατανάλωση</b> (χιλ. tn/yr)
Ελλάδα	960
Κύπρος	520

\* Λαμβάνονται 40 έτη λειτουργίας του δρόμου

## **Βιβλιογραφία**

‘Ανασκόπηση της Οικοδομικής Δραστηριότητας σε Ελλάδα και Κύπρο’, Φεβρουάριος 2006. Στα πλαίσια του προγράμματος LIFE – Περιβάλλον ‘Αειφόρος Κατασκευή στο Δημόσιο και Ιδιωτικό Τομέα μέσω της Ολοκληρωμένης Πολιτικής Προϊόντων’ (SUSCON)

Σανταμούρης Μ. ‘Ενεργειακή κατανάλωση κτηρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της’ ([www.spitia.gr](http://www.spitia.gr))

‘A Guide to Cost-Effective Sustainable Public Procurement’, 2003. ICLEI – Local Governments for Sustainability

Adalberth K., 1995. *Bygga Bruka Riva: Energievändning i småhus ur ett kretsloppsperspektiv*. Lund University.

EAPA: *Low volume roads in Europe*. European Asphalt Magazine no. 1, 1993, pp. 10-22.

Gielen D.J., 1997. Building materials and CO<sub>2</sub>, Western European emission reduction strategies. MATTER project (MATerials Technologies for CO<sub>2</sub> Emission Reduction), Netherlands Energy Research Foundation

Honey B., Buchanan A., June 1992. *Environmental impacts of the New Zealand building industry*. Department of Civil Engineering, University of Christchurch, New Zealand.

Novem: *Referentie tuinkamerwoning*. Sittard, not dated.

P.M. de Jong, June 1995. *Green design. Case-studie Volumebouw*. Thesis Technical University Delft.

Stripple H., 2001. *Life Cycle Assessment of Road: A Pilot Study for Inventory Analysis*. Second Revised Edition, IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd., Sweden



United Nations: *Annual bulletin of transport statistics for Europe*. Volume XLIII. New York, 1993.

Vringer K., Blok K., July 1993. *Energie-intensiteit van de Nederlandse woning*. Rep. no. 93037. NW&S, Utrecht.