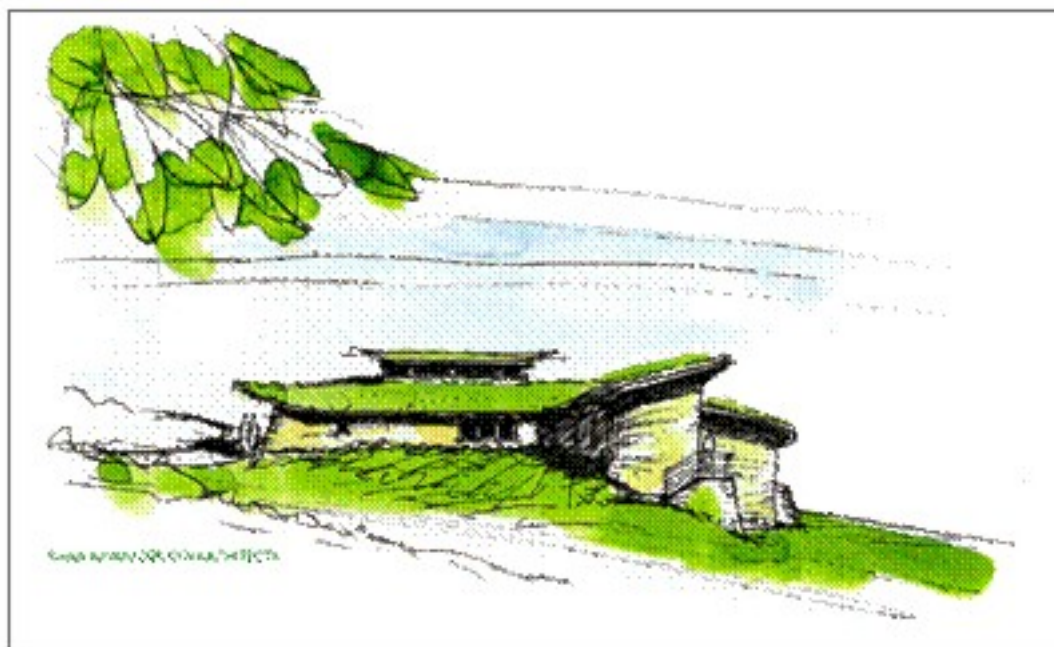


Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Βιώσιμη Ανάπτυξη»



Συγκριτική μελέτη συμβατικών και πράσινων ταρατσών.
Αξιολόγηση κύκλου ζωής πράσινων ταρατσών.

Διπλωματική εργασία
Αγγελική Φουτρή

Επιβλέπων Καθηγητής:
Αμπελιώτης Κωνσταντίνος

Αθήνα 23.09.08

Περιεχόμενα

Περίληψη	1
1 Εισαγωγή.....	4
1.2 Ορισμός της πράσινης ταράτσας.....	6
2 Κατανάλωση Ενέργειας.....	7
2.1 Κατανάλωση Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.....	7
2.2 Η ενέργεια στην Ελλάδα.....	8
2.3 Ενέργεια και κτίρια.....	11
2.4 Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης μετά την τοποθέτηση πράσινης ταράτσας.....	15
3 Η αρχή και η εξέλιξη των πράσινων ταράτσων.....	17
4.1 Ιστορική αναδρομή.....	17
4.2 Παραδείγματα πράσινων ταράτσων στον κόσμο.....	18
4.3 Οι πράσινες ταράτσες στην Ελλάδα.....	19
4 Εγκαθιστώντας μια πράσινη ταράτσα.....	21
4.1 Τύποι πράσινων ταράτσων.....	21
4.2 Κατασκευή μιας πράσινης ταράτσας.....	23
4.2.1 Αδιάβροχη μεμβράνη.....	24
4.2.2 Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών.....	25
4.2.3 Μονωτικό στρώμα.....	25
4.2.4 Αποστραγγιστικό στρώμα.....	25
4.2.5 Φίλτρο.....	28
4.2.6 Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα).....	28
4.3 Επιλογή φυτών για φυτεμένες ταράτσες.....	29
4.3.1 Κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν τα φυτά μιας πράσινης ταράτσας.....	31
5 Πλεονεκτήματα μιας πράσινης ταράτσας.....	32
5.1 Περιορισμός του φαινομένου της αστικής θερμκησίδας.....	34
5.2 Βελτίωση της ατμοσφαιρικής ποιότητας	34
5.3 Μείωση της ηχορύπανσης	35
5.4 Διαχείριση και συγκράτηση νερού της βροχής	36

5.5 Επιστροφή άγριας χλωρίδας και πανίδας.....	37
5.6 Θερμομόνωση του κτιρίου.....	37
5.7 Άλλα οικονομικά οφέλη	38
5.8 Επιμήκυνση του χρόνου ζωής της ταρατσας.....	39
5.9 Αισθητικό αποτέλεσμα.....	39
6 Ο κύκλος ζωής των πράσινων ταρατσών.....	42
6.1 Αξιολόγηση κύκλου ζωής των πράσινων ταρατσών.....	42
6.2 Η χρήση της έτοιμης μεθόδου Eco-indicator 99.....	44
6.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση στον κύκλο ζωής των πράσινων ταρατσών.....	45
7 Μελέτη περίπτωσης σε προάστιο της Αθήνας.....	50
7.1 Περιγραφή κλιματικών συνθηκών περιοχής.....	50
7.2 Περιγραφή κτιρίου.....	50
7.3 Συλλογή δεδομένων για τη μελέτη περίπτωσης.....	51
8. Αποτελέσματα συγκριτικής μελέτης μεταξύ συμβατικών και πράσινων ταρατσών.	53
8.1 Συμβατική ταρατσα.....	53
8.2 Πράσινη ταρατσα.....	57
8.2.1 Συμβατική πράσινη ταρατσα.....	57
8.2.2 Οικολογική πράσινη ταρατσα.....	61
8.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των τριών διαφορετικών τύπων ταρατσών.	65
9 Συμπεράσματα.....	68
Παράρτημα	70
Βιβλιογραφία.....	87

Περίληψη

Η συγκεκριμένη μελέτη περιγράφει την ανάλυση του κύκλου ζωής των συμβατικών και οικολογικών πράσινων ταρατσών σε σύγκριση με τις συμβατικές ταράτσες. Η αξιολόγηση κύκλου ζωής χρησιμοποιείται ως εργαλείο για να αναλυθούν και να ποσοτικοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης των ταρατσών. Σημείο εκκίνησης για την εργασία είναι η σημαντική μείωση ενεργειακής κατανάλωσης για τα κτίρια αλλά και τα επιπλέον θετικά αποτελέσματα που απορρέουν από την εγκατάσταση μιας πράσινης ταράτσας.

Η μελέτη καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι πράσινες ταράτσες συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση των επιπτώσεων που επηρεάζουν τον άνθρωπο και το οικοσύστημα. Ακόμα φαίνεται πως η χρήση φιλικών, οικολογικών υλικών στην κατασκευή της πράσινης ταράτσας δεν μειώνει την αποτελεσματικότητά τους. Αντιθέτως προσθέτει περιβαλλοντική αξία σε μία αξιόλογη τεχνική.

Abstract

This study describes the Life Cycle Analysis of standard and green roofs. The LCA is used to evaluate the environmental attitudes of using a roof. Key point for this work is energy reduction in buildings but also the additional benefits coming from installing a green roof.

The study found that, green roofs help to reduce environmental impacts on human health and ecosystem quality. Further it shows that using friendly, ecological materials in constructing a green roof doesn't affect its efficiency. On the contrary adds environmental value to a respectable technique.

1 Εισαγωγή

Η πόλη, η φύση και ο άνθρωπος είναι έννοιες άρρηκτα συνδεδεμένες. Μέσα στην ιστορία η σχέση τους άλλαξε μορφές. Η μορφή της πόλης διαφοροποιήθηκε, η σύνδεση με το φυσικό περιβάλλον αλλοιώθηκε, η κυριαρχία του ανθρώπου πάνω τους άλλαξε. Ποτέ μέχρι τα πρόσφατα χρόνια όμως δεν είχε εκδηλωθεί τέτοια εχθρότητα μεταξύ τους. Κοιτάζοντας την πόλη σήμερα, ο κάτοικος νιώθει αποκομμένος και ξένος. Το πιο τραγικό είναι πως οι ίδιες του οι πράξεις οδήγησαν στο τέλμα αυτό.

Ο καλύτερος τρόπος να συνδέεται η φύση με την πόλη είναι μέσα από ανοιχτούς υπαίθριους χώρους. Πάρκα, πρασιές, κήποι καθιστούν μικρές μονάδες φυσικής οντότητας μέσα στα όρια της πόλης. Η γρήγορη αστικοποίηση και ο άναρχος σχεδιασμός της εποχής μας έχει διαταράξει την αρχική ισορροπία.

Ο σχεδιασμός με στόχο την βιωσιμότητα και πιο συγκεκριμένα ο βιώσιμος αρχιτεκτονικός σχεδιασμός αφορά το σχεδιασμό ανοιχτών χώρων. Συνήθως λαμβάνει υπόψη του οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές πλευρές της βιωσιμότητας. Οι πράσινες ταρατσές είναι μέρος του βιώσιμου σχεδιασμού και μπορεί να επαναφέρουν τα φυσικά στοιχεία στα σημερινά αστικά κέντρα.

Οι πράσινες ταρατσές δεν είναι νέα ανακάλυψη. Η εισαγωγή αυτής της αρχαίας τεχνικής στο σχεδιασμό και στον τρόπο ζωής της σύγχρονης κοινωνίας ίσως είναι ένα σημαντικό βήμα προς την επιστροφή της φύσης στο χώρο, κάτι που δικαιωματικά της ανήκει.

Στη σημερινή κοινωνία, το περιβάλλον γίνεται όλο και πιο σημαντικό ζήτημα. Οι αυξανόμενες παγκόσμιες ανησυχίες για το περιβάλλον έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη περιβαλλοντικά φιλικών πρακτικών στην κατασκευή. Η τεχνολογία πράσινων ταρατσών δίνει τη δυνατότητα για μείωση περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων από τη χρήση ενός κτιρίου.

Οι καταναλωτές, οι επιχειρήσεις και διάφορα ιδρύματα καταβάλλουν προσπάθεια να αναπτύξουν περιβαλλοντική συνείδηση με απώτερο στόχο να σωθεί ο πλανήτης. Επιπλέον, οι επιχειρήσεις και οι διάφοροι οργανισμοί έχουν κίνητρα να εμφανίζονται περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένοι, προσπαθώντας να επωφεληθούν οικονομικά κέρδη μέσω βιώσιμων δραστηριοτήτων.

Μια πράσινη στέγη είναι εξ ορισμού οποιαδήποτε ταράτσα που έχει καλυφθεί με φυτά. Τα κύρια οφέλη των πράσινων ταρατσών συγκεντρώνονται στη δυνατότητά τους να ρυθμίζουν τη θερμοκρασία μέσα και γύρω από τα κτίρια, να βελτιώνουν την ενεργειακή αποδοτικότητα, να μειώνουν την επίδραση της αστικής θερμονησίδας, να συγκρατούν το νερό της βροχής και να αυξάνουν τη διάρκεια ζωής μιας συμβατικής στέγης.

Οι πράσινες ταράτσες ωστόσο δεν είναι πανάκεια. Δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τους ανοιχτούς χώρους πρασίνου στην πόλη και σε καμία περίπτωση δεν μπορούν να δικαιολογήσουν άλλες ακραίες πράξεις ενάντια στη φύση.

Σκοπός της εργασίας είναι μία εισαγωγή στη βασική έννοια της πράσινης ταράτσας: τι είναι, πως κατασκευάζονται ποια είναι τα πλεονεκτήματά τους. Ακόμα προσπαθεί να εξετάσει τις επιπτώσεις της επανεισαγωγής της τεχνολογίας των πράσινων ταρατσών στο σύγχρονο τρόπο σχεδιασμού. Να ανακαλύψει τρόπους για να γίνει πιο επιτυχής η εναρμόνιση με το περιβάλλον. Να διαπιστώσει ότι νέες εκσυγχρονισμένες πλευρές στην εγκατάστασή τους, δεν αφαιρούν από το κύρος της. Τέλος να ενδυναμώσει την ισχύ της υποδεικνύοντας τα σημεία που μπορούν να βελτιωθούν. Τα παραπάνω εξετάζονται μέσω της αξιολόγησης του κύκλου ζωής των πράσινων ταρατσών.

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας γίνεται μια συγκριτική μελέτη ανάμεσα στις πράσινες ταράτσες και τις συμβατικές ώστε να καταγραφούν οι επιπτώσεις από τη χρήση τους. Θα επιλεγεί μία έτοιμη μέθοδος αξιολόγησης και θα παρουσιαστούν τα τελικά αποτελέσματα.

1.2 Ορισμός της πράσινης ταράτσας



Πηγή: media2.feed.gr/filesystem/images/20080504/eng

Με τον όρο "πράσινη ταράτσα" αναφερόμαστε σε μια μόνιμα φυτεμένη ταράτσα που υποστηρίζει τη συνεχή παρουσία ζωντανών φυτών τα οποία καλύπτουν ένα σημαντικό τμήμα μιας στέγης.

Κάποιοι από τους πιο κοινούς ορισμούς για την πράσινη ταράτσα είναι «ένα κτίριο που η στέγη του είναι είτε μερικώς είτε εντελώς καλυμμένη με φυτά» ή «η ύπαρξη ενός στρώματος φυτοκάλυψης ή χώματος στην κορυφή ενός κτιρίου επίπεδου ή με κλίση». Άλλοι ορισμοί προσθέτουν ότι οι πράσινες ταράτσες είναι ένα σταθερό οικοσύστημα που καθιστούν τον αστικό χώρο βιώσιμο και πιο αποδοτικό. Συχνά αναφέρονται ως «ζωντανές στέγες».

Όπως περιγράφεται λεπτομερέστερα αργότερα, οι πράσινες ταράτσες να παρέχουν μια σειρά από περιβαλλοντικά, οικονομικά, και κοινωνικά πλεονεκτήματα.

2 Κατανάλωση Ενέργειας

Μία σημαντική διαπίστωση που οδήγησε στην επιλογή αξιολόγησης των πράσινων ταρατσών προέρχεται από την συνειδητοποίηση της τεράστιας ποσότητας ενέργειας που καταναλώνεται από τον κτιριακό τομέα και από την αποδεδειγμένη ικανότητά των ταρατσών να μειώσουν σημαντικά αυτά τα ποσά.

2.1 Κατανάλωση Ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κάνει σημαντικά βήματα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενώ ταυτόχρονα προωθεί τη χρήση ανανεώσιμων πηγών σε μια προσπάθεια μείωσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αλλά και εξασφάλισης ενεργειακής σταθερότητας. Οι γενικότεροι στόχοι που έχει αναπτύξει η ΕΕ μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση είναι η πραγματοποίηση μιας κοινής ενεργειακής αγοράς και η εξασφάλιση των προμηθειών, μέσω κοινής στρατηγικής.

Στην Ευρώπη το 44% της παραγόμενης ενέργειας προέρχεται από πετρέλαιο, το 23,9% προέρχεται από φυσικό αέριο, το 20,2% από ηλεκτρισμό, το 4,8% από στερεά καύσιμα και το υπόλοιπο από ανανεώσιμες πηγές. Παρά τις προσπάθειες για μια αυτοδύναμη Ευρωπαϊκή Ένωση, οι χώρες μέλη εξαρτώνται ακόμα από εισαγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου σε ποσοστά που αγγίζουν και το 48%. Η εξάρτηση θα φθάσει τα δύο τρίτα των πρώτων υλών το 2020, γεγονός που αυξάνει τους κίνδυνους για την ενεργειακή ασφάλεια, εκτός αν εφαρμοστούν πρόσθετα μέτρα και πολιτικές.

Η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια σε αστικές περιοχές αυξάνεται κατά 2 - 4% για κάθε 1°C που η ημερήσια μέγιστη θερμοκρασία περνά πάνω από το όριο των 20°C. Επιπλέον η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό εξαιτίας αυτής της αύξησης της θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα του αστικού κέντρου είναι υπεύθυνη για την αύξηση σε ηλεκτρική ενέργεια κατά 5 - 10% (Akbari et al, 2001).

Ξεκινώντας από τη δεκαετία του '40 καθώς τα κτίρια άρχισαν να αντικαθιστούν εντατικά τις φυτεμένες περιοχές, τα αστικά κέντρα έγιναν ζεστές ή τουλάχιστον πιο ζεστές περιοχές σε σχέση με τα προάστια.

Τα προϊόντα πετρελαίου και ο άνθρακας αποτελούν τις βασικές ενεργειακές μορφές με συμμετοχή στην ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση που κυμαίνεται από 89% έως 95%. Η μόνη σημαντική αλλαγή που έχει καταγραφεί στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα κατά την τελευταία δεκαετία ήταν η εισαγωγή φυσικού αερίου το 1997, το οποίο αντιπροσώπευε το 6% της ακαθάριστης εγχώριας κατανάλωσης το 2000. Η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας κυμαίνεται από 4,5% έως 6,3%.

Η σχετικά πρόσφατη αύξηση της τιμής του πετρελαίου έφερε στο προσκήνιο την επίδραση που έχει η τιμή της ενέργειας στις οικονομικές δραστηριότητες αλλά και την ανεργία. Το επίπεδο που μπορεί η τιμή της ενέργειας να επηρεάσει αυτούς του τομείς διαφέρει από χώρα σε χώρα αλλά δεν υπάρχει αμφιβολία πως επηρεάζει σημαντικότερα εκείνες που εξαρτώνται από το πετρέλαιο σε μεγάλο βαθμό.

2.2 Η ενέργεια στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι μία από τις χώρες που η αλλαγή της τιμής του πετρελαίου μπορεί να επιφέρει δραστικές μεταβολές στην οικονομία της καθώς, με εξαίρεση την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για την οποία κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται ο λιγνίτης, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι πραγματικά περιορισμένες. Σύμφωνα με μια έρευνα που δημοσιοποίησε ο Διεθνής Οργανισμός Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση ενέργειας που βασίζεται στο πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό σε κατοικίες την περίοδο μεταξύ 1965 - 1999 αυξήθηκε κατά 5,5% αγγίζοντας τους 3,43 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου το 1999. Η μεγαλύτερη κατανάλωση σημειώθηκε την περίοδο 1991-1999 όταν η ενεργειακή κατανάλωση σημείωσε ετήσια αύξηση κατά 4,8%. Αυτή η εξέλιξη εξηγείται από την πτώση της αντικειμενικής αξίας της ενέργειας και την αύξηση του ΑΕΠ τη περίοδο εκείνη (Rapanos and Polemis, 2005).

Σύμφωνα με το περιοδικό Oil and Gas Journal, η Ελλάδα στηρίζεται κατά ένα μεγάλο ποσοστό στις εισαγωγές - κυρίως από το Ιράν, τη Σαουδική Αραβία, τη

Ρωσία, τη Λιβύη και την Αίγυπτο - για να αντεπεξέλθει στην ετήσια κατανάλωση πετρελαίου. Η αναγκαία ποσότητα πετρελαίου θα αρχίσει να μειώνεται σταδιακά με την εισαγωγή του φυσικού αερίου.

Διάγραμμα 1: Ποσοστιαία προέλευση ηλεκτρικής ενέργειας



Σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια, η Ελλάδα το 2004 παρήγαγε 55,5 δισεκατομμύρια κιλοβατώρες ηλεκτρικής ενέργειας, από τις οποίες το 75% προερχόταν από την παραγωγή θερμότητας, το 21% από υδροηλεκτρική και το 4% από άλλες ανανεώσιμες πηγές. Αν και το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας προέρχεται από το λιγνίτη, μερικές είναι από πετρέλαιο. Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας έχει αυξηθεί σχεδόν 50% κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, και θα απαιτηθούν περίπου 6.000 MW για να υποστηριχθούν οι ανάγκες κατανάλωσης το 2015.

Σ' αυτό το σημείο πρέπει να επισημανθεί πως η οικιακή κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες της Νότιας Ευρώπης είναι σημαντικά χαμηλότερη από τον Ευρωπαϊκό μέσο όρο κάτι που μπορεί να οφείλεται στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθεί πως κατά τη περίοδο 1985-1999 η κατανάλωση ενέργειας στην Κεντρική Ευρώπη παρέμεινε σταθερή ή ακόμα σημείωσε μικρή μείωση (πχ Ελβετία, Ολλανδία) σε αντίθεση με τις χώρες που παραδοσιακά χαρακτηρίζονταν από χαμηλά ενεργειακά κατανάλωση (πχ. Ελλάδα, Πορτογαλία, Ιρλανδία) στις οποίες τώρα παρατηρείται αύξηση.

Αρκετοί συγγραφείς έχουν επιχειρήσει να εξετάσουν την οικιακή ενεργειακή ζήτηση στην Ελλάδα, κυρίως για ηλεκτρική ζήτηση. Το ενδιαφέρον για τον τομέα αυτό πηγάζει όχι μόνο από τη ραγδαία αύξηση της ενεργειακής ζήτησης αλλά και από την επέκταση της ελληνικής ενεργειακής αγοράς σε ένα ευρωπαϊκό πλαίσιο.

Η συνολική ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα παρουσιάζει συνεχή αύξηση, κατά τη χρονική περίοδο 1990 – 2000, με μόνη εξαίρεση τα έτη 1993 και 1999. Το 2000, η ακαθάριστη εγχώρια κατανάλωση έφτασε συνολικά τα 28,5 Mtoe περίπου, παρουσιάζοντας αύξηση κατά περίπου 27% σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Το 2000, η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα έφτασε τους 18,9 Mtoe, εκ των οποίων το 24% καταναλώθηκε από τη βιομηχανία, το 39% από τις μεταφορές και το 37% από τον οικιακό και τριτογενή τομέα. Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης για τη χρονική περίοδο 1990-2000 υπολογίζεται σε 2,5%. Η τελική κατανάλωση ενέργειας ανά κάτοικο έχει αυξηθεί κατά 20% από το 1990 έως το 2000 (1,45 και 1,74 toe/cap αντίστοιχα), ενώ η αντίστοιχη αύξηση σε επίπεδο ΕΕ είναι της τάξης του 9% (Balaras, et al., 2005).

Και οι τρεις τομείς παρουσίασαν αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας από το 1990 έως το 2000, με τον οικιακό και τριτογενή τομέα να παρουσιάζει την πιο σημαντική αύξηση κατά 44% το 2000 σε σύγκριση με το 1990, και ακολουθούν οι μεταφορές με αύξηση κατά 24% και η βιομηχανία με 16%. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα μια συνολική αύξηση κατά 28% μεταξύ 1990 και 2000.

Για να γίνουν κατανοητοί οι λόγοι της αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα και τις άλλες Μεσογειακές χώρες, πρέπει να εκτιμηθεί η εκτεταμένη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος για τη λειτουργία των κλιματιστικών. Αν και σε αρκετές χώρες η ενεργειακή κατανάλωση σε κτίρια σημειώνει σημαντική μείωση, με τη χρήση επιτυχών μέτρων, δεν ισχύει το ίδιο σε περιοχές με υψηλό θερμαντικό φορτίο. Στη Νότια Ευρώπη για παράδειγμα (Ελλάδα, Ιταλία) η ενεργειακή κατανάλωση συνεχίζει να αυξάνεται κυρίως εξαιτίας της καταναλωτικής προπαγάνδας για εγκατάσταση κλιματιστικών συσκευών. Αυτή η κατάσταση οδηγεί στην κατανάλωση μεγάλης ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας, συγκεντρωμένης στους δύο ή τρεις καλοκαιρινούς

μήνες, γεγονός που μπορεί να ανατρέψει το ενεργειακό ισοζύγιο. Στην Ελλάδα οι μεγαλύτερες τιμές σε ενεργειακή κατανάλωση σημειώνονται τον Ιούλιο.

2.3 Ενέργεια και κτίρια

Ένα κτίριο έχει μεγάλο κύκλο ζωής, έτσι η επίδρασή του στο περιβάλλον είναι ένα μακροχρόνιο και συνεχές ζήτημα που πρέπει να εξεταστεί.

Οι παράγοντες ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια ποικίλλουν σύμφωνα με τη γεωγραφία, το κλίμα, τον τύπο και τη θέση του κτιρίου. Η διάκριση μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών είναι εξίσου σημαντική με την ύπαρξη κενού χώρου ανάμεσα στα κτίρια ή με το αν είναι νέα κατασκευή.

Τα κτίρια είναι υπεύθυνα για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης μιας χώρας (Perez-Lombard et al, 2007). Η αύξηση του πληθυσμού και κατά συνέπεια η αύξηση των κατασκευών είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα σε διεθνές και εθνικό επίπεδο. Τα απόλυτα μεγέθη της κατανάλωσης αυτής σημειώνουν ραγδαία αύξηση καθώς ο κατασκευαστικός τομέας ανθεί, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία. Σημαντική πρόοδος για τη μείωση της κτιριακής ενεργειακής ζήτησης μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση της υπάρχουσας γνώσης και τεχνολογίας ενώ ταυτόχρονα οι ίδιες τεχνικές βελτιώνουν την άνεση και την αισθητική ενός κτιρίου.

Η σχέση μεταξύ ενός κτιρίου και του φυσικού περιβάλλοντος, παραδοσιακά, αντιμετώπισε προβλήματα. Χερσαία οικοσυστήματα και υγρότοποι υπέστησαν δραματικές αλλαγές κατά την περίοδο της έντονης αστικοποίησης. Ερημοποίηση, κλιματική αλλαγή, αστικά απόβλητα και διαχείριση υδάτων είναι μόνο μερικά από τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν. Η κατασκευή σκληρών επιφανειών, ένα από τα χαρακτηριστικά στοιχεία των αναπτυγμένων περιοχών, αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα καταστροφής του αστικού περιβάλλοντος (Carter, Keeler, 2007).

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους στον κατασκευαστικό τομέα είναι η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιρίων. Η ενέργεια αποτελεί το κεντρικότερο

θέμα προς αυτή την κατεύθυνση καθώς η κατανάλωση πηγών ενέργειας είναι μια από τις σημαντικότερες λειτουργίες των κτιρίων σε όλη τη διάρκεια ζωής τους. Ένας τρόπος να επιτευχθεί μείωση της ενέργειας είναι με τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Το ποσοστό ενεργειακής εξοικονόμησης μπορεί να φτάσει και το 45% (Thormark, 2001).

Τα κτίρια είναι μια σημαντική πηγή ρύπανσης. Το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου είναι το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που αποτελεί το 82% των συνολικών εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 2002. Ένα μεγάλο μέρος των συνολικών εκπομπών της Ευρωπαϊκής Ένωσης του CO₂ προέρχεται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας. Οι εκπομπές CO₂ από τα κτίρια είναι η τέταρτη μεγαλύτερη βασική πηγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Εντούτοις, εξετάζοντας τη συνολική ηλεκτρική και θερμική κατανάλωση ενέργειας, τα κτίρια αποτελούν το ένα τρίτο των συνολικών εκπομπών CO₂, και ακόμα περισσότερο σε κάποιες χώρες ανάλογα με την ποιότητα των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας. Κατά μέσον όρο, μεταξύ 1980 και 1990, οι εκπομπές σε CO₂ από κτίρια έχουν αυξηθεί κατά 1,7%. Τα ποσοστά είναι έως και τέσσερις φορές μεγαλύτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Πίνακας 1: Συνολικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για τα έτη 1990-2000 (σε kt CO₂ eq)

Αέρια	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
CO ₂	85586	84610	87672	87268	88627	87273	90045	94380	101784	98698	107818
CH ₄	8743	8705	9007	9106	9362	9494	9811	9922	10439	10410	10562
N ₂ O	10622	10520	10468	10144	10258	9899	10338	10625	10634	10418	10979
F-gases	1193	1364	1161	1791	2303	3452	3988	4360	4257	4288	4429
Σύνολο	106143	105199	108307	108308	110550	110119	114182	119287	127113	123814	133788

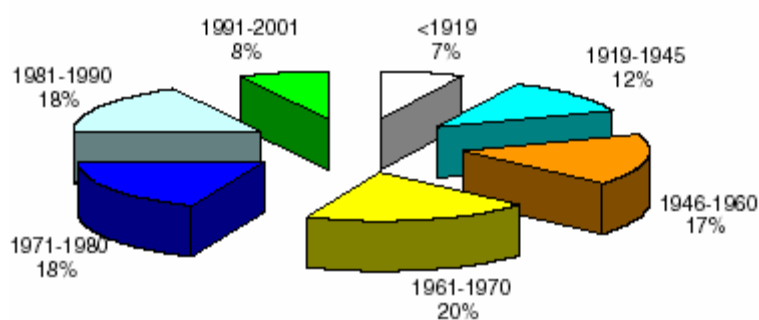
Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

Ανάλογα ανοδική πορεία ακολούθησαν και τα ελληνικά δεδομένα. Παρά την υπογραφή από τη χώρα μας της συνθήκης του Κιότο, τα ποσοστά συνέχισαν να αυξάνονται. Στον πίνακα 1 φαίνονται οι συνολικές εκπομπές στους τέσσερις σημαντικότερους ρύπους την περίοδο 1990 – 2000. Έχοντας κατά νου πως για το ένα

τρίτο των εκπομπών αυτών είναι υπεύθυνες οι κτιριακές κατασκευές έχουμε μια πρώτης τάξης εικόνα της έκτασης του προβλήματος και της ανάγκης για αλλαγές.

Το 1999, ο αριθμός αδειών που εκδόθηκαν για νέα κτίρια στον ιδιωτικό τομέα (συμπεριλαμβανομένων των κατοικιών, βιομηχανικών κτιρίων, εμπορικών καταστημάτων και κτιρίων για διάφορες χρήσεις) ανήλθε στις 51.000 περίπου, που αντιστοιχούν σε επιφάνεια 22.000 χιλιάδων m^2 και 59.000 χιλιάδων m^3 οικοδομικού όγκου (Διάγραμμα 2). Κατά την περίοδο 1990-1999, ο συνολικός αριθμός αδειών που εκδόθηκαν ανήλθε στις 565.000, η αντίστοιχη επιφάνεια ήταν 163.000 χιλιάδες m^2 και ο αντίστοιχος οικοδομικός όγκος ήταν 563.000 χιλιάδες m^3 . Δηλαδή, προστέθηκαν περίπου 18.000 χιλιάδες m^2 / 63.000 χιλιάδες m^3 νέων κτιρίων ετησίως στο υπάρχον κτιριακό απόθεμα. Το 25% περίπου του όγκου των νέων κτιρίων συγκεντρώνεται στην Αττική (κυρίως στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας). Για το έτος 2000, υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία μόνο για το πρώτο τρίμηνο και δείχνουν ότι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, εκδόθηκαν περίπου 25.000 νέες άδειες, που αντιστοιχούν σε οικοδομικό όγκο 30.000 χιλιάδων m^3 . Τα παραπάνω στοιχεία δίνουν μια πρώτη αίσθηση του πόσο σημαντικό είναι να εκτιμηθεί η ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

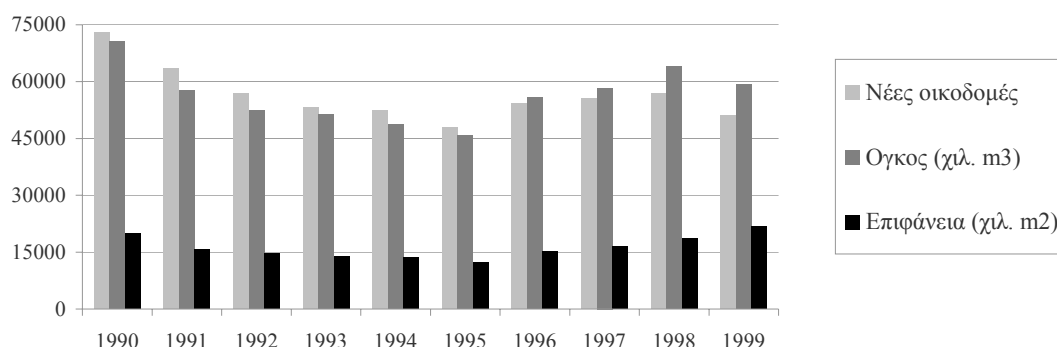
Διάγραμμα 2: Ελληνικό απόθεμα σε κτίρια



Πηγή: Balaras et al, 2007

Το ελληνικό απόθεμα σε κτίρια κατηγοριοποιείται σε δυο μεγάλες τάξεις. Η πρώτη αφορά την περίοδο πριν το 1980 και θεωρούνται τα κτίρια με τη μικρότερη θερμική μόνωση καθώς κατασκευάστηκαν πριν τη κύρωση της εθνικής νομοθεσίας για την εγκατάσταση μόνωσης. Η δεύτερη αποτελούν τα κτίρια που κατασκευάστηκαν την περίοδο 1980 – 2001 και θεωρείται πως πληρούν τα επιθυμητά επίπεδα μόνωσης.

Διάγραμμα 3: Νέες οικοδομές στην Ελλάδα (1990-1999)



Πηγή: Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων

Ο μεγαλύτερος στόχος για τις κτιριακές κατασκευές αφορά την επίτευξη κτιρίων με μηδενική ενεργειακή απώλεια. Είναι ένα φιλόδοξο σχέδιο αλλά ταυτόχρονα απαραίτητο για να διασφαλιστεί η μελλοντική ενεργειακή χρήση αλλά και η προστασία από την επικείμενη αλλαγή του κλίματος.

Η καλή ενεργειακή απόδοση στα κτίρια μπορεί να αποτελέσει τη μεγαλύτερη ενεργειακή μείωση και σε αρκετές περιπτώσεις και την πιο οικονομική. Ένα από τα πρώτα βήματα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι η σωστή μόνωση του κτιρίου. Άλλοι παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια ποικίλουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, τη θερμομόνωση του κτιρίου που μπορεί να είναι υπεύθυνη για μείωση κατά 19% για ψύξη και 34% για θέρμανση, το χρώμα των εξωτερικών επιφανειών που μπορεί να συντελέσει τη μείωση της ενέργειας έως και 10%, ο σκιασμός και το ποσοστό των γυάλινων επιφανειών υπεύθυνο για μείωση έως και 15% (Eskin, Turkmen, 2007).

Η κατασκευή πράσινων ταρατσών, όπως θα εξεταστεί στη συνέχεια, είναι ένας τρόπος για να μειωθούν οι ενεργειακές απαιτήσεις στα κτίρια και είναι σημαντική για δύο λόγους. Κατ' αρχάς, η μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων ενός κτιρίου μειώνει τις δαπάνες για κλιματισμού. Δεύτερον, η μείωση της ενεργειακής ζήτησης ελαττώνει την πίεση στο εύθραυστο περιβάλλον με τη μείωση της ρύπανσης. Υπάρχουν τρεις σημαντικοί τρόποι με τους οποίους οι πράσινες ταρατσές βοηθούν να μειώσουν την

ενεργειακή κατανάλωση: με την πρόσθετη της μόνωσης, με την δημιουργία σκιάς και με την προστασία των στεγών από τον αέρα και τις ακραίες θερμοκρασίες.

2.4 Μείωση ενεργειακής κατανάλωσης μετά την τοποθέτηση πράσινης ταρατσας

Μια βασική υποχρέωση των κτιρίων είναι να προσφέρουν άνεση στους ιδιοκτήτες. Αυτό σημαίνει θερμική και ακουστική άνεση και καλής ποιότητας αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η ενεργειακή εξοικονόμηση όμως είναι το κρισιμότερο σημείο ενός κτιρίου.

Στα κτίρια οι σκούρες επιφάνειες των ταρατσών θερμαίνονται από τον ήλιο και αυτό έχει ως συνέπεια την ανάγκη χρήσης κλιματιστικού για την ψύξη του εσωτερικού του κτιρίου. Συχνά η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της ταρατσας και του περιβάλλοντος αέρα αγγίζει τους 50°C (Γιανναρού, 2007).

Η διαφορά μεταξύ μιας συμβατικής και μιας πράσινης ταρατσας είναι ποιοτική αλλά και ποσοτική. Η μεταφορά θερμικής ενέργειας σε μια φυτεμένη ταρατσα είναι εντελώς διαφορετική. Η ηλιακή ακτινοβολία, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και η υγρασία μεταβάλλονται καθώς περνούν μέσα από τη βλάστηση. Τα φυτά με τις βιολογικές τους διαδικασίες, την φωτοσύνθεση, αναπνοή, διαπνοή, απορροφούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας.

Με την εγκατάσταση μιας πράσινης ταρατσας η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό είναι δυνατόν να μειωθεί κατά 10 – 43%, με εξοικονόμηση κατά μέσο όρο 7,4 KWh / μέρα. Στις ώρες της μεγαλύτερης κατανάλωσης, μεταξύ πέντε και έξι το απόγευμα η κατανάλωση μειώνεται κατά 0,2 – 1,0 KWh, δηλαδή περίπου 22% (Akbari, et al 2001).

Σε μία αντίστοιχη μελέτη σε ένα κτίριο με γραφεία στην Αθήνα τα αποτελέσματα ήταν επίσης εντυπωσιακά. Η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη τους θερινούς μήνες σημείωσε πτώση 15% έως 39% για το σύνολο του κτιρίου ενώ για τον τελευταίο όροφο η μείωση άγγιξε το 58%. Οι ανάλογες τιμές για την περίοδο του χειμώνα κυμαίνονταν από 2% έως 8% για όλο το κτίριο, ενώ για τον τελευταίο όροφο έφταναν

το 17% (Spala, et al, 2007). Κατά μέσο όρο λοιπόν, για τον τελευταίο όροφο η κατανάλωση μειώθηκε κατά 11% για την περίοδο του χειμώνα και κατά 36% για την καλοκαιρινή περίοδο.

3 Η αρχή και η εξέλιξη των πράσινων ταρατσών

3.1 Ιστορική αναδρομή



Πηγή <http://7-miracles.info/kipoi.html>

Η ιδέα της ύπαρξης κήπου στην τaráτσα ενός οικήματος δεν είναι επινόηση των πρόσφατων χρόνων. Η ρίζα της εντοπίζεται στα ιστορικά χρόνια. Πρώτη φορά συναντούνται το 600 π.Χ. και θεωρούνται ένα από τα επτά θαύματα του κόσμου. Είναι οι γνωστοί «Κρεμαστοί Κήποι της Βαβυλώνας». Πιθανολογείται ότι αποτελούσαν μέρος των εξωτερικών τειχών της Βαβυλώνας και θεωρούνται ένα από τα πιο περίπλοκα συστήματα μηχανικής άρδευσης.

Μια πιο ακριβής ιστορικά αναφορά κήπων σε σκεπές αποτελούν τα Ζιγκουάτ, τα οποία συναντούνται στην περιοχή της Μεσοποταμίας το 2^ο αιώνα π.Χ. και αποτελούσαν φυτοκαλυμμένες κλιμακωτές εξέδρες πάνω στις οποίες έκτιζαν οι Βαβυλώνιοι τους ναούς και τα ιερά που λάτρευαν τους θεούς τους.

Η ίδια τεχνοτροπία ήταν γνωστή στη Σκανδιναβία και την Ισλανδία για χιλιάδες χρόνια και γενικότερα σε περιοχές όπου οι πρώτες ύλες για κατασκευές ήταν περιορισμένες, ως ένας από τους βασικότερους τρόπους μόνωσης και προστασίας του κτιρίου από τις χαμηλές θερμοκρασίες. Κάτι ανάλογο συνέβαινε και στη Τανζανία με

τη διαφορά ότι τώρα η μόνωση λειτουργούσε προστατευτικά ενάντια στις υψηλές θερμοκρασίες και βοηθούσε να διατηρείται δροσερό το εσωτερικό ενός κτίσματος.

Στα νεότερα χρόνια οι κήποι στα δώματα, θεωρούνταν στοιχείο υψηλής ποιότητας. Με την αρχή του 21^{ου} αιώνα η τεχνογνωσία των φυτεμένων στεγών μετατρέπεται σε επιστήμη, καθώς μπορεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία πολλές από τις προκλήσεις που συναντούν οι κάτοικοι πυκνοκατοικημένων περιοχών.

Έως και τα μέσα του 20ου αιώνα οι πράσινες ταρατσες θεωρούνταν μία τοπική πρακτική. Το «πράσινο κίνημα» ξεκινά τη δεκαετία του '60 μετά τη συνειδητοποίηση της συνεχούς κακοποίησης του αστικού περιβάλλοντος. Οι φυτεμένες στέγες κάνουν δυναμική επανεμφάνιση στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και το βιοκλιματισμό. Παραδείγματα εντοπίζονται κύρια στη Γερμανία αλλά και τη Αυστραλία, την Ιαπωνία, την Ολλανδία, την Ελβετία και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Δύο από τους σπουδαιότερους πρωτοπόρους στο σχεδιασμό των πράσινων ταρατσών είναι οι Le Corbusier και Frank Wright. Ωστόσο ο Le Corbusier πρότεινε τις ταρατσες ως μια εναλλακτική στους συμβατικούς χώρους πρασίνου και για τον Frank Wright ήταν ένα μέσο να εναρμονίσει τα κτίρια με το φυσικό περιβάλλον. Κανένας από τους δύο δεν γνώριζε για τις αξιολογες οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πράσινων ταρατσών στον αστικό χώρο.

3.2 Παραδείγματα πράσινων ταρατσών στον κόσμο

Τις τελευταίες δεκαετίες αρκετά παραδείγματα κατασκευής πράσινων ταρατσών έχουν δει το φως της δημοσιότητας. Στη Γερμανία η αγορά των πράσινων ταρατσών επεκτάθηκε πολύ γρήγορα μετά το 1980 αγγίζοντας το 15-20% σε όρους οικονομικής αύξησης εισοδήματος κατασκευάζοντας δέκα εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα πράσινης ταρατσας. Αυτή η αύξηση υποκινήθηκε από νομικές και οικονομικές διευκολύνσεις.

Η Γερμανία δεν ήταν η μόνη που ακολούθησε αυτού του είδους την πολιτική. Πολλές ευρωπαϊκές πόλεις διαθέτουν πλέον ένα κατεστημένο πλαίσιο ανάπτυξης πράσινων

ταρατσών. Στο Στατγκαρντ απαιτείται η κατασκευή πράσινης ταράτσας σε κάθε νέα βιομηχανική μονάδα. Στη Βιέννη δίνεται χρηματοδότηση για κάθε νέα πράσινη ταράτσα που κατασκευάζεται καθώς και επιπλέον πακέτο χρηματοδότησης για τη συντήρησή της ώστε να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητά της.

Ο Καναδάς και οι ΗΠΑ είναι τουλάχιστον μία δεκαετία πίσω από την Ευρώπη στην κατοχύρωση των πράσινων ταρατσών ως ένα δυναμικό εργαλείο που μπορεί να λύσει αρκετά από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες πόλεις.

3.3 Οι πράσινες ταράτσες στην Ελλάδα

Στην σημερινή Ελλάδα όλοι βλέπουμε τα τελευταία χρόνια την υποβάθμιση της ποιότητας ζωής που οφείλεται στην ρύπανση, την ηχορύπανση, την αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και των κτιρίων. Σύμφωνα με έρευνες του Πανεπιστημίου Αθηνών του Τμήματος Φυσικής, η διαφορά θερμοκρασίας της Αθήνας και των περιφερειακών δήμων φτάνει τους 12 °C (Παπαϊωάννου, 2007). Αν στα προηγούμενα προσθέσουμε και τη μάζστιγα των πυρκαγιών στην Ελλάδα αλλά και γύρω από την Αθήνα, η κατάσταση εύκολα μπορεί να χαρακτηριστεί δραματική.

Παρά τα ανησυχητικά αυτά δεδομένα στην Ελλάδα οι πράσινες ταράτσες άργησαν, χαρακτηριστικά, να κάνουν την εμφάνισή τους.

Η Ελευσίνα είναι ο πρώτος δήμος που εφάρμοσε στη χώρα μας ένα πρωτοποριακό πρόγραμμα για πράσινες ταράτσες. Η κατασκευή τους ξεκίνησε από το δημαρχείο και άλλα δημοτικά κτίρια ενώ ετοιμάζονται κίνητρα για τους δημότες. Κάτι ανάλογο προσπάθησε να πετύχει και ο δήμος Αθηναίων παρέχοντας στους πολίτες κίνητρα για να φυτέψουν τις ταράτσες τους, προσφέροντας δωρεάν φυτά από το φυτώριο του δήμου.

Ένα επίσης αξιόλογο παράδειγμα πιλοτικής υλοποίησης αυτής της εφαρμογής είναι ο κήπος που δημιουργήθηκε στην ταράτσα του 1^{ου} Παιδικού Σταθμού Αγίου Ρέντη. Στα 560 τετραγωνικά μέτρα της ταράτσας του σχολείου φυτεύτηκαν περίπου τέσσερις

χιλιάδες φυτά στο πλαίσιο ενός πρωτότυπου πειράματος υπό την αιγίδα του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στον ταρατσόκηπο κάθε άλλο παρά σπάνια φυτά φυτεύτηκαν. Επιλέχτηκαν αρωματικά φυτά όπως λεβάντα και άλλα όπως το γεράνι και η εσκαλόνια. Στόχος ήταν ο κήπος να έχει ελάχιστες απαιτήσεις σε νερό και να είναι προσαρμοσμένος στις μεσογειακές κλιματικές συνθήκες.

Την ίδια περίοδο μικρές και μεγάλες εταιρίες που ασχολούνται με τη διαμόρφωση κήπων έστρεψαν το ενδιαφέρον τους στην κατασκευή πράσινων ταρατσών. Γενικότερα οι πράσινες ταρατσες είναι μια ιδέα εν εξελίξει. Βρίσκονται σε μία δυναμική πορεία, πολλά υποσχόμενη για την βελτίωση της ποιότητας ζωής στα αστικά κέντρα.

4 Εγκαθιστώντας μια πράσινη ταράτσα

4.1 Τύποι πράσινων ταρατσών

Οι πράσινες ταράτσες κατηγοριοποιούνται σε τρεις μεγάλους τομείς ως εντατικής, ημι-εντατικής και εκτατικής καλλιέργειας ανάλογα με το βάθος του εδαφικού υποστρώματος και της φροντίδας που χρειάζονται.



Πηγή: New York State Stormwater Management Design Manual Chapter 9: Redevelopment

Οι πράσινες ταράτσες εντατικού τύπου απαιτούν υπόστρωμα πάχους 12-100 εκ. περίπου ανάλογα με το είδος των φυτών για να στηρίξει την ανάπτυξή τους. Συνήθως σε αυτό τον τύπο επιλέγονται μεγάλοι θάμνοι αλλά και δέντρα. Αυτό το είδος «πλήρους» κήπου, αντέχει βάρος από την κυκλοφορία ανάμεσα στα φυτά και προσθέτει αισθητική αξία στο κτίριο.

Οι πράσινες ταράτσες εκτατικού τύπου έχουν βάθος υποστρώματος 8-15 εκ. Αυτό περιορίζει το μέγεθος των φυτών που επιλεχθεί και ταυτόχρονα μειώνει και το βάρος που δέχεται το κτίριο από την κατασκευή. Γενικά το περπάτημα πάνω στα φυτεμένα σημεία μιας εκτατικού τύπου πράσινη ταράτσα αποτρέπεται καθώς κάτι τέτοιο θα τραυμάτιζε το ρηχό και εύθραυστο ριζικό υπόστρωμα των φυτών.



Πηγή: New York State Stormwater Management Design Manual Chapter 9: Redevelopment

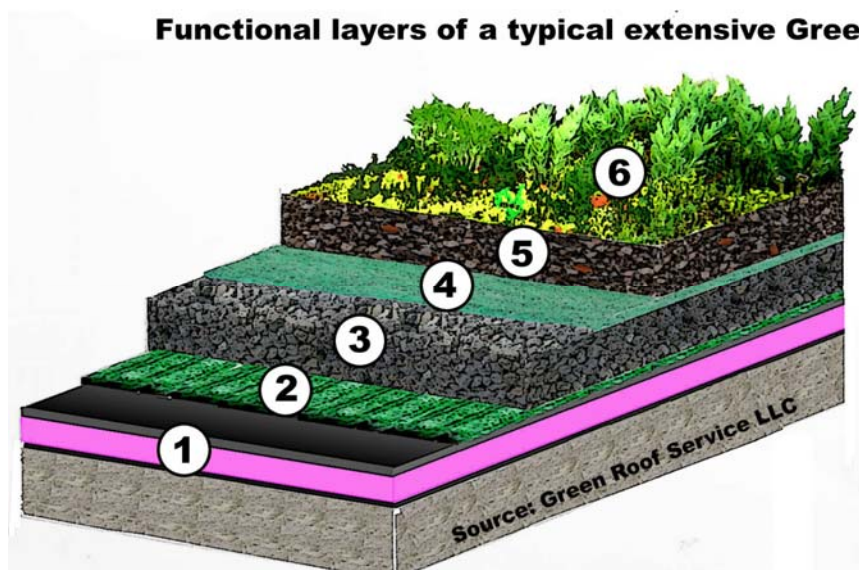
Οι ενδιάμεσες περιπτώσεις φυτεμένων ταρατσών ημι-εντατικού τύπου αποτελούνται από υπόστρωμα που συνήθως κυμαίνεται από 10-25 εκ. μπορούν να υποστηρίξουν μικρούς θάμνους, ποώδη εποχιακά φυτά και άλλου είδους χαμηλή βλάστηση.

Ο πίνακας που ακολουθεί δίνει συνοπτικά τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που ακολουθούν την επιλογή ενός από τους δύο βασικότερους τύπους πράσινης ταρατσας.

Πίνακας 2: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εντατικών και εκτατικών πράσινων ταρατσών.

Εκτατικός τύπος Βάθος υποστρώματος 8-15 εκ.	Εντατικός τύπος Βάθος υποστρώματος 12-100 εκ.
Πλεονεκτήματα	
Ελαφριά κατασκευή. Το μικρό βάθος που απαιτείται για την ανάπτυξη των ριζών δεν προσθέτει βάρος. Μπορεί να εφαρμοστεί σε ταρατσες με κλίση έως και 30°. Δεν χρειάζεται η γνώση ειδικών τεχνικών για την εγκατάστασή της. Καθώς τα φυτά που επιλέγονται στην πλήρη ανάπτυξή τους έχουν μικρό ύψος δεν χρειάζονται ιδιαίτερη φροντίδα και συμβάλλουν στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος που να προσομοιάζει σε φυσικό.	Μεγάλη ποικιλία φυτών ως πιθανές επιλογές για τη διαμόρφωση του αισθητικού αποτελέσματος που ικανοποιεί τον ιδιοκτήτη. Προσομοιάζει με τυπικό κήπο. Παρέχει τη δυνατότητα επισκεψιμότητας. Μεγαλύτερη μονωτική ικανότητα. Μείωση μεγάλου ποσοστού από την ενέργεια που καταναλώνεται για ψύξη και θέρμανση. Μεγάλη συγκράτηση νερών της βροχής.
Μειονεκτήματα	
Μικρότερη μείωση καταναλισκόμενης ενέργειας και μικρότερη συγκράτηση νερών της βροχής. Μικρότερο πλήθος επιλογών σε φυτά. Συνήθως δεν επιτρέπει την χρήση από τους ιδιοκτήτες του κτιρίου.	Μεγάλο φορτίο βάρους. Μεγαλύτερη χρήση πρώτων υλών για την κατασκευή τους. Μεγαλύτερο κόστος κατασκευής και συντήρησης.

4.2 Κατασκευή μιας πράσινης ταράτσας



Πηγή: www.roofsystemsconsultants.com/images/Typical

1 Επιφάνεια ταράτσας, μόνωση	4 Προστατευτικό φράγμα ριζών
2 Προστατευτικό στρώμα	5 Μέσω ανάπτυξης φυτών
3 Αποστραγγιστικό στρώμα	6 Φυτά

Κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση ενός φυτεμένου δώματος στόχος είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον που θα πλησιάζει όσο το δυνατόν περισσότερο το φυσικό. Βασικός φυσικός παράγων που απουσιάζει είναι το έδαφος, η απουσία του οποίου αντισταθμίζεται με την εγκατάσταση υποστρώματος, το οποίο θα παίζει το ρόλο του εδάφους.

Γενικά, το υπόστρωμα μέσω της διαστρωμάτωσης και της σύστασής του πρέπει να πληροί κάποια κριτήρια έτσι ώστε να ενισχύει την ανάπτυξη των φυτών, να προσφέρει ένα καλό μέσο στήριξης για τα φυτά, να διατηρεί μια ικανοποιητική ποσότητα νερού και να είναι ικανοποιητικά πορώδες, ενώ συγχρόνως πρέπει να είναι ελαφρύ για να μην επιβαρύνει το κτίριο, και επίσης να διασφαλίζει τη στεγανότητα του δώματος και την προστασία του από διαβρώσεις και φθορές που μπορεί να προκαλέσει η φύτευση.

Είναι φανερό, ότι η επιλογή του υποστρώματος είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες για την επιτυχία ενός πράσινου δώματος, αφού καλείται να παίζει ένα

τριπλό ρόλο: να λειτουργήσει ως ένα επιπλέον μονωτικό στρώμα, να προστατεύσει τα ευαίσθητα μέρη της κατασκευής του κτιρίου, όπως τις μεμβράνες προστασίας του δώματος, και να αποτελέσει το μέσο που θα υποστηρίξει την ανάπτυξη και τη στήριξη των φυτών, δηλαδή θα αντικαταστήσει τις λειτουργίες του εδάφους, παρέχοντας στα φυτά τα θρεπτικά στοιχεία που χρειάζονται, αποθηκεύοντας νερό και επιτρέποντας την αναπνοή και την αποστράγγιση.

Τα συστήματα των φυτεμένων δωματίων, αδρομερώς θα μπορούσαμε να πούμε, αποτελούνται βασικά από τρία στρώματα: αποστραγγιστικό, μέσο ανάπτυξης και βλάστηση. Για κάθε στρώμα του υποστρώματος υπάρχει μεγάλη ποικιλία μεταξύ των κατασκευαστών, σε σχέση με τα υλικά και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί ο στόχος του κάθε στρώματος. Η επιφάνεια του δώματος θα πρέπει φυσικά να είναι αδιαβροχοποιημένη πριν την εγκατάσταση. Συχνά, το πιο κοινό υλικό για το σκοπό αυτό είναι η επίστρωση «ελαστικής» ασφάλτου.

Αναλυτικά ένα σύστημα φυτεμένου δώματος περιλαμβάνει τα εξής στρώματα από κάτω προς τα πάνω:

- Αδιάβροχη μεμβράνη
- Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών (εάν απαιτείται)
- Μονωτικό στρώμα
- Αποστραγγιστικό στρώμα (εάν απαιτείται)
- Φίλτρο (διηθητικό φύλλο)
- Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)
- Φυτά

4.2.1 Αδιάβροχη μεμβράνη

Οι μεμβράνες αυτές έχουν σκοπό να προστατεύσουν το κτίριο από διαρροές. Είναι το πιο σημαντικό όπως και το πιο ακριβό συστατικό του πράσινου δώματος. Η αδιάβροχη μεμβράνη πρέπει να είναι εύκαμπτη, ανθεκτική και ικανή να αντέχει τα διαβρωτικά αποτελέσματα των οξέων που εκκρίνουν οι ρίζες κάποιων φυτών.

Κατασκευάζονται από ποικίλα υλικά που κινούνται από οργανικά ως συνθετικά: ελαστική άσφαλτο, συνθετικά ασφαλτόπανα (πίσσα με πολυεστερικά υλικά), συνθετικά ελαστικά (EPDM), ενισχυμένα φύλλα PVC κ.α.

Η σωστή τοποθέτηση της αδιάβροχης μεμβράνης έχει μεγάλη σημασία για τη βιωσιμότητα του πράσινου δώματος. Θα πρέπει να δοκιμάζεται η στεγανότητά της αμέσως μετά την τοποθέτησή της, διότι είναι δύσκολες οι επεμβάσεις μετά τις φυτεύσεις (<http://www.greenroofs.gr/node/145>).

4.2.2 Προστατευτικό στρώμα-φράγμα ριζών

Τα φράγματα ριζών είναι κατασκευασμένα από υλικά με πυκνή δομή τα οποία εμποδίζουν τη διείσδυση των ριζών και προστατεύουν την ακεραιότητα του αδιάβροχου στρώματος. Η ανάγκη ύπαρξής τους εξαρτάται από το είδος της αδιάβροχης μεμβράνης. Οι συνθετικές μεμβράνες συνήθως δεν απαιτούν την ύπαρξη φράγματος ριζών.

4.2.3 Μονωτικό στρώμα

Σε μια κανονική κατασκευή δώματος η μόνωση έχει προβλεφθεί και βρίσκεται κάτω από την αδιάβροχη μεμβράνη. Παρόλα αυτά, κατά την κατασκευή ενός πράσινου δώματος μπορεί να τοποθετηθεί μόνωση ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία όλης της δομής του δώματος και να διασφαλίζεται η στεγανότητά του.

4.2.4 Αποστραγγιστικό στρώμα

Ένα φυτεμένο δώμα πρέπει να έχει ένα αποστραγγιστικό στρώμα προκειμένου να απομακρύνει, ή να αποθηκεύει το νερό που δεν απορροφάται από το μέσο ανάπτυξης των φυτών και δεν χρησιμοποιείται από τα φυτά. Αν δεν μπορεί να επιτευχθεί η απομάκρυνση του πλεονάζοντος νερού, αφενός αυξάνεται το βάρος του συστήματος και αφετέρου μπορεί να προκληθεί σάπισμα των ριζών.

Για να την εξασφάλιση της απορροής των νερών, μια ελάχιστη κλίση των 2° συστήνεται για τα επίπεδα δώματα. Στην περίπτωση των εκτατικών δωματίων που μπορούν επιτυχώς να εγκατασταθούν σε κεκλιμένες επιφάνειες, η μέγιστη γωνία που συστήνεται είναι 30°. Πολλές εταιρείες προτείνουν αποστραγγιστικά στοιχεία από πλαστικό ή πολυστερίνη, ή υλικά με κυψέλες όπου μπορεί να αποθηκεύεται το νερό. Κάποιες γερμανικές έρευνες έχουν πάντως θέσει το ερώτημα αν το αποστραγγιστικό στρώμα είναι απαραίτητο, διότι πιθανόν να ξηράνει αρκετά το χώμα και να δυσκολέψει την ανάπτυξη των φυτών (<http://www.greenroofs.gr/node/145>).

Τα περισσότερα πράσινα δώματα πρέπει να μπορούν να χρησιμοποιούν το υπάρχον σύστημα απορροής του κτιρίου, μόνο με μερικές μετατροπές σε αυτό. Τα τυπικά συστήματα απορροής περιλαμβάνουν υδροροές, αποχετεύσεις και φίλτρα ώστε να αποφεύγεται η διάβρωση του υλικού ανάπτυξης και το φράξιμο των σωληνώσεων. Μικρή κλίση του δώματος της τάξης του 10-15° συντελεί στη φυσική αποστράγγιση του συστήματος. Επιθυμητή είναι η επαναχρησιμοποίηση του νερού, και ειδικά του όμβριου. Για το σκοπό αυτό, το σύστημα αποστράγγισης μπορεί να συνδεθεί με κάποια δεξαμενή.

Όσον αφορά τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο αποστραγγιστικό στρώμα των φυτεμένων δωματίων, αυτά μπορεί να είναι φυσικά χαλίκια, ή θρυμματισμένες πέτρες, λάβα, σπασμένα κεραμίδια, πετροβάμβακας, αφρώδη υλικά και πλαστικά υφάσματα με κυψέλες.

Το απλούστερο απ' αυτά, τα φυσικά χαλίκια (κατά προτίμηση όχι στρογγυλά ώστε να μην κατρακυλούν στις στέγες με κλίση) και οι θρυμματισμένες πέτρες, είναι παραδείγματα αποστραγγιστικού υλικού φυσικής προέλευσης το οποίο λειτουργεί ικανοποιητικά. Είναι φθηνά, και όταν τοπικά υλικά από την περιοχή όπου βρίσκεται το κτίριο μπορούν να χρησιμοποιηθούν, έχουν και οικονομικό όφελος αλλά και συμβολή στη διατήρηση της βιοποικιλότητας, προσφέροντας «πίσω» το βιότοπο των ασπονδύλων και των εντόμων που ζούσαν στο έδαφος, την επιφάνεια του οποίου κατέλαβε το κτίριο. Το μειονέκτημα αυτών των υλικών είναι το μεγάλο βάρος τους. Επίσης, δεν μπορούν να συγκρατήσουν ποσότητα διαλυμένων θρεπτικών στοιχείων που χρειάζεται για τα φυτά.

Η λάβα έχει κι αυτή φυσική προέλευση. Τα τούβλα είναι κατασκευασμένα, όμως σε αυτή τη χρήση είναι ανακυκλωμένα. Παρόλη τη διαφορετική προέλευσή τους, αυτά τα υλικά έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Είναι πορώδη και μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά συστατικά σε μεγαλύτερη ποσότητα από την πέτρα. Αυτά τα υλικά που μπορούν να συγκρατήσουν θρεπτικά συστατικά, συντελούν στην ελάττωση των θρεπτικών συστατικών που παροχετεύονται από ένα πράσινο δώμα στους υπονόμους, τα οποία λειτουργούν ως ρυπαντές των υδάτινων αποδεκτών (<http://www.greenroofs.gr/node/145>).

Επίσης, αυτά τα πορώδη υλικά είναι σχετικά ελαφρά και μπορούν να λειτουργήσουν ως βιότοπος για τα ασπόνδυλα.

Τα αφρώδη υλικά μπορούν να προέλθουν από ανακυκλωμένα καθίσματα αυτοκινήτων κ.α. Αποστραγγίζουν το νερό, αλλά δεν αποθηκεύουν μεγάλη ποσότητα θρεπτικών στοιχείων.

Όσον αφορά τα πλαστικά αποστραγγιστικά υφάσματα με κυψέλες, κυκλοφορούν σε διάφορες εκδόσεις και τύπους. Άλλα είναι κατασκευασμένα για πράσινα δώματα εντατικού τύπου με υπόστρωμα μεγάλου πάχους και κάποια για πράσινα δώματα εκτατικού τύπου.

Η ιδέα της λειτουργίας τους είναι η εξής: το νερό γεμίζει τις κυψέλες και απλώνεται σε όλη την επιφάνεια. Όταν οι πλαστικές κυψέλες γεμίσουν, το νερό που περισσεύει αποστραγγίζεται μέσω των οπών του υφάσματος. Αυτά τα υλικά είναι πολύ εύκολο να μεταφερθούν και να τοποθετηθούν. Το μειονέκτημά τους θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι το γεγονός ότι μπορούν να γίνουν πολύ στεγνά. Τα πορώδη υλικά στεγνώνουν με πιο αργό ρυθμό, δίνοντας στα φυτά μια «προειδοποίηση», ώστε να μπορέσουν να προσαρμοστούν στη υπάρχουσα διαθεσιμότητα νερού. Επίσης, τα πλαστικά υφάσματα δεν αποθηκεύουν θρεπτικά συστατικά, και μπορούν να είναι μια πιο ακριβή λύση, ειδικά αν υπολογιστεί η εμπεριεχόμενη ενέργεια στην κατασκευή τους, και το γεγονός ότι το πλαστικό προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή.

4.2.5 Φίλτρο

Το φίλτρο είναι απαραίτητο ώστε να μην επιτρέπει την είσοδο του εδαφικού υλικού, στο στρώμα της αποστράγγισης. Υφάσματα με κρυσταλλικές ίνες ή από πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό.

4.2.6 Μέσο ανάπτυξης (εδαφικό μίγμα)

Το μέσο ανάπτυξης των φυτών παίζει πολύ σημαντικό ρόλο για την κατασκευή και λειτουργία ενός φυτεμένου δώματος. Η επιλογή κατάλληλου μίγματος εξασφαλίζει μεγάλη διάρκεια ζωής στο φυτικό υλικό.

Το μέσο ανάπτυξης πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Να εξασφαλίζει επαρκή αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμη κι αν είναι κορεσμένο.
- Να μην συμπιέζεται εύκολα προκειμένου να μην εμποδίζεται η αποστράγγιση του νερού.
- Να έχει μεγάλη ικανότητα συγκράτησης υγρασίας.
- Να αποδεσμεύει τα θρεπτικά στοιχεία με βραδύ ρυθμό.
- Να αποτελεί σταθερή βάση για τα φυτά, προκειμένου να αυξηθεί η ανθεκτικότητά τους στους ισχυρούς ανέμους και να αποφευχθεί η διάβρωσή του.
- Να είναι απαλλαγμένο από σπόρους ζιζανίων και ασθένειες.
- Να μην έχει μεγάλο βάρος.

Λόγω του ότι τα φυσικά εδάφη είναι βαριά, και ειδικά σε συνθήκες κορεσμού, στα πράσινα δώματα συνήθως χρησιμοποιούν ελαφρά εδαφικά μίγματα που αποτελούνται από υψηλής ποιότητας compost και ανακυκλωμένα υλικά. Ένα απλό μίγμα είναι 1/3 επιφανειακό χώμα, 1/3 compost, 1/3 περλίτης και μπορεί να είναι ικανοποιητικό για πολλές εφαρμογές. Άλλα μίγματα μπορεί να περιλαμβάνουν χούμο, άργιλο, ελαφρόπετρα, λάβα κ.α.

Τα παραπάνω υλικά, πέραν του ότι είναι ανακυκλωμένα, έχουν κάποιες ιδιότητες πολύ σημαντικές. Είναι πορώδη, μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και θρεπτικά στοιχεία περισσότερο από την πέτρα. Χάρη σε αυτές τους τις ιδιότητες συμβάλλουν στην ανάπτυξη των φυτών και επιπλέον συγκρατούν μεγάλο ποσοστό των ρύπων που περιέχει το νερό της βροχής. Επιπλέον, είναι ελαφρά και από οικολογικής άποψης, μπορούν να αποτελέσουν το βιότοπο οργανισμών, όπως ασπόνδυλων και εντόμων μέσα στο αστικό περιβάλλον (<http://www.greenroofs.gr/node/145>).

4.3 Επιλογή φυτών για φυτεμένες ταράτσες

Η κατασκευή πράσινων ταρατσών είναι ευρέως γνωστή για τις ευεργετικές επιπτώσεις της στις επιφάνειες των κτιρίων, στην βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο, τον καθαρισμό της ατμόσφαιρας και την προσφορά στη βιοποικιλότητα.

Η επιλογή των φυτών για τη δημιουργία μιας πράσινης ταράτσας είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος της κατασκευής. Γίνεται ανάλογα με το κλίμα της περιοχής στην οποία θα δημιουργηθεί, το είδος της πράσινης ταράτσας (εκτατικός, εντατικός) και τις ανάγκες για πότισμα. Η σωστή επιλογή των φυτών για τις συνθήκες της εκάστοτε περιοχής είναι καθοριστικές.

Η επιλογή των φυτών που θα δημιουργήσουν την πράσινη ταράτσα εξαρτάται από το επιθυμητό τελικό ύψος τους, την περίοδο ανθοφορίας τους αλλά και από τον τύπο χώματος που απαιτείται για την ανάπτυξή τους. Η διατήρηση των πράσινων ταρατσών όσον αφορά τα φυτά είναι πολύ σημαντικό μέρος. Για το σύνολο των φυτών πρέπει να έχει προβλεφθεί η προστασία τους από τον ισχυρό άνεμο και από την ξηρασία.

Για τις πράσινες ταράτσες που κατασκευάζονται στον Μεσογειακό χώρο το πιο χαρακτηριστικό στοιχείο των φυτών που θα επιλεγούν είναι η μικρή ανάγκη τους για νερό. Το μεσογειακό κλίμα είναι θερμό και ξηρό τους καλοκαιρινούς μήνες με δυνατή ηλιοφάνεια και τα τελευταία χρόνια συνοδεύεται από φαινόμενα ξηρασίας.

Πρωταρχικό λοιπόν είναι τα είδη που επιλέγονται να είναι ενδημικά και να έχουν μηχανισμούς που να τα προστατεύουν και να καθιστούν δυνατή τη βιωσιμότητά τους.

Στον πίνακα1 που ακολουθεί αναφέρονται μερικά από τα φυτά που θα ήταν εξαιρετική επιλογή για την κάλυψη μίας πράσινης τάρτας.

Πίνακας 3: Φυτά για πράσινες ταρατσες

Είδος φυτού	Απαιτήσεις
Γκαζάνια (<i>Gazania splendens</i>)	Ευδοκίμει σε όλα τα εδάφη με καλή αποστράγγιση σε ηλιαζόμενες θέσεις.
Λίππια (<i>Lippia reppens</i>)	Αντέχει στη ξηρασία και στη παραμέληση. Είναι κατάλληλο για φτωχά εδάφη, ηλιόλουστα, εκτιθεμένα στους ανέμους .
Καρδιόφυλλο (<i>Aptenia cordifolia</i>)	Είναι φυτό που ευδοκίμει σε όλους τους τύπους εδαφών, σε ζεστές περιοχές και ηλιαζόμενες θέσεις.
Λεβάντα (<i>Lavandula angustifolia</i> ή <i>Lavandula vera</i>)	Αναπτύσσεται σε όλα σχεδόν τα εδάφη, αλλά ευδοκίμει σε πλήρως ηλιαζόμενα και καλά αποστραγγιζόμενα.
<i>Pyracantha</i> sp.	Αναπτύσσεται σε όλα τα εδάφη, χωρίς μεγάλες απαιτήσεις σε νερό.
<i>Myoporum</i> sp.	Ευδοκίμει πλήρως σε καλά αποστραγγισμένα εδάφη.
Ρίγανη	Μικρή ανάγκη για νερό και αναπτύσσεται σε φτωχά εδάφη.

Βέβαια στα προηγούμενα μπορούν να προστεθούν μεσογειακά είδη τα οποία καλλιεργούνται και χρησιμοποιούνται ευρέως. Η πικροδάφνη, το βιβούρνο, το γεράνι, το γαρίφαλο, και άλλα βολβώδη και αρωματικά είναι μερικές από τις πιο συνηθισμένες αλλά και πιο αγαπημένες επιλογές των Ελλήνων για τους κήπους τους. Άλλα ενδημικά είδη που εκφύονται σε συγκεκριμένες περιοχές και κυρίως σε υψόμετρο μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν. Τα είδη αυτά αποτελούν, λόγω των ιδιοτήτων τους, τέλεια παραδείγματα για χρήση στις πράσινες ταρατσες.

4.3.1 Κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν τα φυτά μιας πράσινης ταράτσας.

Μια πράσινη ταράτσα φιλοξενεί ένα ιδιαίτερο μικροπεριβάλλον το οποίο θα υποβληθεί σε διάφορες καιρικές συνθήκες. Γενικά η βλάστηση στις πράσινες στέγες θα έχει να αντιμετωπίσει:

- τον δυνατό αέρα, που συχνά είναι αιτία διάβρωσης του εδάφους
- τον ήλιο, που είναι υπεύθυνος για ξηρασία ειδικά τους θερμούς καλοκαιρινούς μήνες
- τον φτωχό θρεπτικό ανεφοδιασμό του εδαφικού υποστρώματος και
- τη ρύπανση, που στο κέντρο των πόλεων αυτό μπορεί να είναι ένα σημαντικό πρόβλημα.

5 Πλεονεκτήματα μιας πράσινης ταράτσας

Η κατασκευή μίας πράσινης ταράτσας προσφέρει ένα εντυπωσιακό σύνολο διαφορετικών πλεονεκτημάτων. Κάποια από αυτά τα πλεονεκτήματα ωφελούν το ίδιο το κτίριο που φιλοξενεί την πράσινη ταράτσα ενώ άλλα βελτιώνουν το περιβάλλον και το φυσικό χώρο γύρω από αυτό.



Πηγή: i.treehugger.com/images/2007/10/24/greenroof2.jpg

5.1 Περιορισμός του φαινομένου της αστικής θερμονησίδας

Είναι γνωστό πως τα αστικά κέντρα έχουν υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι οι περιαστικές περιοχές. Ένα τυπικό καλοκαιρινό απόγευμα ο αέρας στο κέντρο μίας πόλης είναι τουλάχιστον 2,5 °C θερμότερος από ότι στον περιβάλλοντα αγροτικό χώρο. Τα τελευταία έτη οι ακραίες θερμοκρασίες τους καλοκαιρινούς μήνες είναι συνεχώς υψηλότερες. Αυτό οφείλεται σε ένα πλήθος λόγων που συνήθως συνδέονται με τη φύση των επιφανειών των κατασκευών που αποτελούν την πόλη, τα υλικά που χρησιμοποιούνται, όπως οι τσιμεντένιες επιφάνειες, οι ασφαλτοστρωμένοι δρόμοι και την απουσία μεγάλων φυτεμένων αδόμητων χώρων. Σε όσα αναφέρθηκαν

συμπεριλαμβάνονται και οι συμβατικές ταράτσες που απορροφούν ηλιακή ενέργεια και αργότερα την επιστρέφουν στο περιβάλλον ως θερμική.

Όσα περιγράφηκαν παραπάνω αποτελούν το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας. Το φαινόμενο της αστικής θερμική νησίδας αλληλεπιδρά με την ατμοσφαιρική ρύπανση, αυξάνοντας την πιθανότητα εμφάνισης νέφους και άσματος και άλλων αναπνευστικών προβλημάτων.

Το πανεπιστήμιο της Ατλάντας στις ΗΠΑ αλλά και το πανεπιστήμιο Trend στο Ηνωμένο Βασίλειο έχουν καταγράψει τα διαφορετικά επίπεδα θερμοκρασίας σε σκιερές (θόλοι δέντρων) και όχι περιοχές. Η διαφορά στα επίπεδα θερμοκρασίας μπορεί να αγγίζει και πολλές φορές να ξεπεράσει τους 10 °C τους καλοκαιρινούς μήνες (Hashem et all, 1997) σε σύγκριση με αυτές που καταγράφονται σε αδόμητες περιοχές έξω από το κέντρο της πόλης.

Η μείωση της αστικής θερμική νησίδας είναι κάτι που πολύ δύσκολα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί. Ωστόσο η επίδραση των πράσινων ταρατσών είναι ένα αξιόλογο βήμα για την επαναφορά χαμηλότερων θερμοκρασιών στο εσωτερικό των πόλεων.

Τα φυτά και τα δέντρα έχουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο κλίμα. Μία προσπάθεια κάλυψης ενός σημαντικού τμήματος της πόλης με φυτά μπορεί να μετριάσει το φαινόμενο της αστικής θερμική νησίδας επαναφέροντας τη θερμική ισορροπία στη πόλη. Οι πράσινες και σκιερές επιφάνειες βοηθούν στη φυσική ψύξη των πόλεων και μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας. Τα δέντρα επιδρούν άμεσα και έμμεσα. Με τη δημιουργία σκιάς ψύχουν τις επιφάνειες του κτιρίου. Ακόμα οι βιολογικές διαδικασίες, όπως η αναπνοή, επηρεάζουν τη θέρμανση των επιφανειών (Takebayashi, Moriyama, 2007). Τα φυτά δεν επιτρέπουν στις ηλιακές ακτίνες να φτάσουν στις επιφάνειες και να τις θερμάνουν. Ακόμα μειώνουν την ταχύτητα του αέρα και προστατεύουν τα κτίρια κατά τη περίοδο του χειμώνα. Κατά τη διάρκεια της ζωής ενός μικρού θάμνου, η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη μπορεί να φτάσει τα 100€ το χρόνο ενώ το κόστος συντήρησης του μόνο τα 10€.

5.2 Βελτίωση της ατμοσφαιρικής ποιότητας

Η χρήση υγρών καυσίμων έχει οδηγήσει σε μία τερατώδη αύξηση του CO₂ κατά 25% τα τελευταία 150 χρόνια. Αυτή η αύξηση, σύμφωνα με τα βασικά μοντέλα επιδείνωσης του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη έχει ήδη αρχίσει να επηρεάζει τις ακραίες τιμές των ετήσιων θερμοκρασιών στον πλανήτη με καταστροφικά αποτελέσματα. Τα φυτά στις φυτεμένες ταράτσες ενεργούν με καταλυτικούς τρόπους:

α) Ψύχουν την ατμόσφαιρα και μειώνουν το σχηματισμό νέφους. Η μείωση της θερμοκρασίας κατά 2 °C είναι αρκετή για μείωση του σχηματισμού νέφους (συγκέντρωση όζοντος στην ατμόσφαιρα) της τάξης του 10-20% (World Business Council for Sustainable Development, 2007).

β) Τα στόματα των φύλλων απομακρύνουν ρύπους (CO, NO_x, O₃, SO₂ και μικροσωματίδια). Μέσω των βιολογικών διαδικασιών ανάπτυξης των φυτών στοιχεία που επιβαρύνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας αποθηκεύονται στους ιστούς τους. Οι πράσινες ταράτσες είναι σε θέση να φιλτραρίσουν ατμοσφαιρικούς ρύπους όπως τη σκόνη, την αιθάλη και τα βαριά μέταλλα από τον αέρα. Επιπλέον εγκλωβίζουν το διοξείδιο του άνθρακα και οξυγόνο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα (Jenrick, 2005).

γ) Βελτιώνουν την ορατότητα. Καθώς η αιθαλομίχλη ελαττώνεται η ορατότητα μεγαλώνει ειδικά κατά τη διάρκεια της νύχτας. Αυτό αυξάνει τη ασφάλεια όσων κινούνται τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο αλλά ακόμα έχει ως αποτέλεσμα λιγότερη ανάγκη για φωτισμό και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.

Γενικότερα η ύπαρξη φυτεμένων χώρων προσφέρει καθαρότερη ατμόσφαιρα με πλούσιο οξυγόνο. Ο καθαρότερος φιλτραρισμένος αέρας είναι πολύ σημαντικός για όσους υποφέρουν από αναπνευστικές παθήσεις.

5.3 Μείωση της ηχορύπανσης

Έρευνες έχουν αποδείξει ότι οι πράσινες ταράτσες μπορούν να μειώσουν τον ήχο στο εσωτερικό του κτιρίου έως και 8dB ή περισσότερο έναντι μιας συμβατικής στέγης. Ακόμα επηρεάζουν την αντανάκλαση του ήχου στις επιφάνειες του κτιρίου με αποτέλεσμα την μείωση της ηχορύπανσης στον εξωτερικό χώρο κατά 3-4 dB (Jenrick, 2005).

5.4 Διαχείριση και συγκράτηση νερού της βροχής

Στις πυκνοδομημένες περιοχές, το μεγαλύτερο ποσοστό από το νερό της βροχής προσπίπτει σε σκληρές αδιαπέραστες επιφάνειες όπως οι συμβατικές στέγες, οι δρόμοι και τα πεζοδρόμια. Αυτό το ποσοστό της βροχής στις πόλεις καταλήγει στο σύστημα όμβριων λυμάτων. Συχνά αποτέλεσμα όσων αναφέρθηκαν είναι να παρατηρούνται φαινόμενα υπερχείλισης των υπονόμων και πλημμύρες ακόμα και σε περιπτώσεις που το φαινόμενο θα μπορούσε εύκολα να αποφευχθεί καθώς η βροχόπτωση δεν είναι ισχυρή.

Οι πράσινες ταράτσες εξομαλύνουν τα προβλήματα που προκαλούνται από το νερό της βροχής:

- συγκρατούν το νερό στο ριζικό υπόστρωμα της κατασκευής. Η διαδικασία της αναπνοής επιτρέπει μόνο σε ένα ποσοστό από το νερό να επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, το υπόλοιπο χρησιμοποιείται από τα φυτά για διάφορους σκοπούς, όπως η φωτοσύνθεση.
- το νερό συγκρατείται στα διάφορα στρώματα της κατασκευής έως να εξατμιστεί από τον ήλιο (Jenrick, 2005).

Τα αποτελέσματα των ερευνών πάνω σ' αυτό το φαινόμενο συγκλίνουν. Η ικανότητα συγκράτησης νερού εξαρτάται από το βάθος του υποστρώματος (2006). Μελέτες σε πράσινες ταράτσες έχουν αποδείξει πως σε περιπτώσεις μόνο με 4cm υπόστρωμα συγκρατείται το 48% από το νερό της βροχής, όταν η επιφάνεια είναι απλά

καλυμμένη με χώμα και έως 82% όταν η επιφάνεια είναι φυτεμένη, σε σχέση με τις συμβατικές ταράτσες (Van Woert et al., 2005). Ένα βαθύτερο υπόστρωμα σαφώς μπορεί να μειώσει πολύ περισσότερο το ποσοστό του νερού που καταλήγει στους υπονόμους.

Παρά το ότι οι πράσινες ταράτσες για κάποιους δεν είναι καινούρια ανακάλυψη, έχουν εξελιχθεί σε μια νέα υποσχόμενη τεχνολογία που μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα και την ποσότητα των νερών της βροχής που καταλήγουν στους υπονόμους. Με την αύξηση των πράσινων ταρατσών το πολύ σημαντικό πρόβλημα της διαχείρισης των νερών της βροχής μπορεί να επιλυθεί.

5.5 Επιστροφή άγριας χλωρίδας και πανίδας

Υπάρχει μια υπόθεση ότι οι πράσινες στέγες θα προσφέρουν νέους χώρους στους οποίους θα επαναεγκατασταθεί η εκτοπισμένη άγρια φύση. Οι φυτεμένοι αυτοί χώροι θα βοηθήσουν μία πληθώρα ασπόνδυλων, μικρών πουλιών, εντόμων αλλά και φυτών να επιστρέψουν στο φυσικό τους περιβάλλον. Το μέσο που χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των φυτών στις πράσινες ταράτσες μπορεί να φιλοξενήσει μικροοργανισμούς που ζουν στο χώμα και έτσι να προωθηθεί ένα είδος αστικής οικολογίας (Schrader, Boning, 2006).



Πηγή: jetsongreen.typepad.com/.../27/fukuoka_side.jpg

Δεδομένης της εκτεταμένης χρήσης των φυσικών πρώτων υλών για οικοδόμηση και όχι μόνο, οι πράσινες ταρατσες μπορούν να γίνουν ένα τρόπος «επιστροφής» στη φύση αυτό που δικαιωματικά θα έπρεπε να είναι εκεί. Η αρχική ιδέα της κατασκευής μπορεί να μην είναι μια προσπάθεια δημιουργία μικρών βιοτόπων αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι ο χώρος δεν μπορεί να λειτουργήσει ως ένας.

5.6 Θερμομόνωση του κτιρίου

Στις συμβατικές ταρατσες συνήθως καταγράφονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε σύγκριση με τα υπόλοιπα σημεία ενός κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας ή και ολόκληρου του χρόνου. Ο ήλιος μπορεί να έχει θετικά ή και αρνητικά αποτελέσματα σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια όπως είναι και η Ελλάδα. Η επίδραση της ηλιακής ενέργειας στις επιφάνειες των κτιρίων, ειδικά σε αυτές που υστερούν σε θερμική μόνωση μπορεί να είναι καταστροφική. Οι ταρατσες πιο συγκεκριμένα, μπορεί να δέχονται εξαιρετικά μεγάλες θερμοκρασίες που σε ορισμένες περιπτώσεις να αγγίζουν και τους 100 °C.

Με την κατασκευή πράσινων ταρατσών εκτός από την βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, μεγάλες ποσότητες ηλιακής ενέργειας απορροφούνται από τα φυτά μέσω των βιολογικών τους διαδικασιών. Η μεγάλη θερμική απορρόφηση αποτρέπεται και οι θερμοκρασίες μειώνονται, τουλάχιστον σε καθημερινή βάση. Ωστόσο είναι σημαντικό οι πράσινες ταρατσες να λειτουργούν συμπληρωματικά με τη συνήθη μόνωση και όχι να την αντικαθιστούν (Eumorphoulou, Aravantinos, 1997).

Η φύτευση τριών δέντρων ανά κτίριο μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη από 17% έως και 24%. Οι άμεσες επιδράσεις από τη δημιουργία σκιάς υπολογίζονται στα 10-35% της συνολικής μείωσης. Το υπόλοιπο προέρχεται από τη διαδικασία της αναπνοής των φυτών (Santamoulis et al, 2005).

Η φύτευση στην τaráτσα λειτουργεί ως μόνωση ενάντια στον ήλιο και την θερμότητα τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά συγκρατεί τη θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου τους χειμερινούς. Ακόμα ο τύπος του υποστρώματος, ανάλογα την υγρασία που μπορεί να συγκρατήσει, μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου κυρίως την περίοδο του χειμώνα (Peuportier, 2001).

Για τον ιδιοκτήτη ενός κτιρίου τα πλεονεκτήματα που προσφέρει μια πράσινη τaráτσα αφορούν την:

- μείωση χρήσης κλιματιστικού και κατά συνέπεια ηλεκτρικής ενέργειας.
- μείωση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση

Τα περισσότερα κτίρια στον Ελλαδικό χώρο χρησιμοποιούν τον κλιματισμό τους καλοκαιρινούς μήνες για ψύξη. Ωστόσο οι θερμοί αυτοί μήνες και οι μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στις αστικές περιοχές έχουν ως αποτέλεσμα τη λειτουργία του κλιματιστικού πολλές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και της νύχτας. Σε περιόδους ιδιαίτερα υψηλών θερμοκρασιών παρατηρούνται προβλήματα στο σύστημα διανομής του ηλεκτρικού ρεύματος που οφείλονται σε υπερφόρτωση. Προβλήματα που θα μπορούσαν να αποφευχθούν αν υπήρχαν φυσικές δεξαμενές δροσερού αέρα.

Το μεγαλύτερο ποσοστό των τυπικών κτιρίων στην Ελλάδα χρησιμοποιούν ως μέσο θέρμανσης το πετρέλαιο. Αυτό έχει μεγάλα οικονομικά και περιβαλλοντικά κόστη. Δεδομένη της ανοδικής πορείας της τιμής του πετρελαίου τα τελευταία έτη και κυρίως το διάστημα 2007-2008, η θέρμανση κατέχει ένα μεγάλο μέρος του προϋπολογισμού. Ταυτόχρονα η χρήση υγρών ορυκτών καυσίμων έχει σημαντικές επιπτώσεις λόγω των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αρκεί να αναφερθεί ότι για την παραγωγή ενός MJ ενέργειας η ατμόσφαιρα έχει επιβαρυνθεί με 68.479980g διοξειδίου του άνθρακα (Papadopoulos, et al, 2007).

5.7 Άλλα οικονομικά οφέλη

Οι πράσινες ταράτσες περιλαμβάνουν ένα σύνολο άλλων οικονομικών πλεονεκτημάτων. Η ύπαρξη τους αυξάνει την αντικειμενική αξία του κτιρίου. Η επιχείρηση που στεγάζεται στον όροφο της πράσινης ταράτσας ανάλογα το είδος της μπορεί να απολαμβάνει οφέλη που σχετίζονται με την λειτουργία της.

Σε περιπτώσεις που οι πράσινες ταράτσες εγκαθίστούνται σε νοσοκομείο έχει παρατηρηθεί ότι οι ασθενείς παρουσιάζουν ταχύτερους χρόνους ανάρρωσης όταν έχουν θέα σε μια φυτεμένη έκταση παρά όταν βλέπουν μόνο γκρίζες ταράτσες. Γενικά συνίσταται οι ασθενείς να μπορούν να έχουν πρόσβαση στο φυσικό περιβάλλον. Οι πράσινες ταράτσες μπορούν να προσφέρουν ένα ήρεμο χώρο. Τα κόστη από τη μείωση του χρόνου περίθαλψης είναι ένα σημαντικό οικονομικό μέγεθος (Wong et all, 2002).

5.8 Επιμήκυνση του χρόνου ζωής της ταράτσας

Μηχανικοί όλων των ειδικοτήτων θα συμφωνήσουν ότι η κατασκευή της πράσινης ταράτσας λειτουργεί προστατευτικά υπέρ της συμβατικής. Οι πράσινες ταράτσες διαρκούν περισσότερο από τις συμβατικές καθώς τα μονωτικά υλικά της κατασκευής δεν έρχονται σε επαφή με τη θερμότητα και το νερό της βροχής. Κατά μέσο όρο οι πράσινες ταράτσες διπλασιάζουν το χρόνο ζωής της συμβατικής. Ενώ οι κοινές

κατασκευές πρέπει να υποβληθούν σε κάποιο είδος συντήρησης στα 5-10 χρόνια για τις πράσινες ταράτσες ο χρόνος αυτός κυμαίνεται από 30 έως 40 χρόνια.

5.9 Αισθητικό αποτέλεσμα

Ένα θετικό αποτέλεσμα που προκύπτει από την εγκατάσταση μίας πράσινης ταράτσας είναι η αισθητική του τοπίου. Στις πόλεις μπορούν να δημιουργήσουν μικρές μονάδες πράσινου που εξομαλύνει τις σκληρές γκρίζες επιφάνειες. Οι πράσινες ταράτσες βοηθούν τους ανθρώπους να γνωρίσουν την αξία της βιοποικιλότητας, της πανίδας, και να μάθουν να εκτιμούν το φυσικό τοπίο.

Οι τυπικές ταράτσες μπορούν να γίνουν βαρετές. Σε μια πράσινη ταράτσα υπάρχει εναλλαγή και εξέλιξη. Η φύση ακολουθεί το δικό της κύκλο. Αν και είναι αλήθεια ότι η πιο εντυπωσιακή περίοδος της ανθοφορίας είναι σχετικά μικρή υπάρχει μια ποικιλία φυτών που ευδοκιμούν όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Το αισθητικό αποτέλεσμα μίας τέτοιας κατασκευής είναι δύσκολο ίσως και αδύνατον να ποσοτικοποιηθεί. Αυτό κυρίως οφείλεται στο ότι στηρίζεται στην υποκειμενικότητα και την προσωπική εμπειρία και κρίση. Αν υποθέσουμε ότι ένα μεγάλο μέρος μια δομημένης αστικής περιοχής καλύπτεται από φυτεμένες στέγες αυτό πιθανόν να εμπίπτει στα αισθητικά κριτήρια της πλειοψηφίας των κατοίκων της συγκεκριμένης περιοχής. Σε ποιο βαθμό όμως ικανοποιούνται από το αποτέλεσμα διαφέρει για τον καθένα.



Πηγή:: media2.feed.gr/filesystem/images/20080504/eng

Παρά τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν στην ποσοτικοποίηση, γεγονός παραμένει ότι είναι σαφώς προτιμότερη η ύπαρξη μιας πράσινης ταράτσας έναντι της συμβατικής. Είναι ακόμη εύκολα αντιληπτή η περιβαλλοντική αναβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών της περιοχής καθώς και η αύξηση της επενδυτικής αξίας των ακινήτων.

Τέλος η πράσινη ταράτσα προσφέρει ένα χώρο ψυχαγωγίας στους ιδιοκτήτες αλλά και καλύτερες συνθήκες διαβίωσης και επαγγελματικής απασχόλησης. Η κατασκευή αυτή μπορεί να λειτουργήσει ως σημείο συνάντησης και αναψυχής, ένα διάλειμμα χαλάρωσης στον σύγχρονο τρόπο ζωής.

6 Η περιβαλλοντική αξιολόγηση του κύκλου ζωής των πράσινων ταρατσών

6.1 Αξιολόγηση κύκλου ζωής των πράσινων ταρατσών

Το νόημα της διεξαγωγής μιας λεπτομερούς εξέτασης του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας είναι σχετικά πρόσφατη και προέκυψε ως απάντηση στην αυξανόμενη περιβαλλοντική συνειδητοποίηση του ευρύ κοινού, της βιομηχανίας και των κυβερνήσεων.

Οι πρόδρομοι της ανάλυσης και της αξιολόγησης των κύκλων ζωής (LCA) ήταν οι μελέτες μοντελοποίησης και οι λογιστικοί έλεγχοι της δεκαετίας του '60 και της δεκαετίας του '70. Μέσω αυτών έγινε η πρώτη προσπάθεια να αξιολογηθεί το κόστος της άσκοπης χρήσης των πόρων και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφορετικών πτυχών της ανθρώπινης συμπεριφοράς.

Η LCA ήταν η λογική εξέλιξη και έγιναν ζωτικής σημασίας υποστηρικτές της ανάπτυξης της οικολογικού σήμανσης σε διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο. Έκτοτε οι οικολογικές ετικέτες τοποθετούνται σε επιλεγμένα προϊόντα, αφού αξιολογηθούν οι διαδικασίες κατασκευής, η κατανάλωση ενέργειας στην κατασκευή και τη χρήση, και το ποσό και ο τύπος αποβλήτων που παράγονται. Για να αξιολογήσουν ακριβώς τα φορτία για το περιβάλλον από την κατασκευή ενός προϊόντος, δύο κύρια στάδια περιλαμβάνονται. Το πρώτο στάδιο είναι η συλλογή των στοιχείων, και το δεύτερο είναι η ερμηνεία.

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής εξετάζει όχι μόνο τις εκπομπές και τη κατανάλωση διαφόρων πηγών αλλά και κάθε άλλη περιβαλλοντική επίπτωση σε όλες τις φάσεις ζωής ενός προϊόντος όπως χρήση πρώτων υλών, ενέργειας, ανακύκλωση και τελική διάθεση. Επίσης εξετάζονται οι έμμεσες επιπτώσεις στον κύκλο ζωής άλλων προϊόντων (Pennington, et al., 2003).

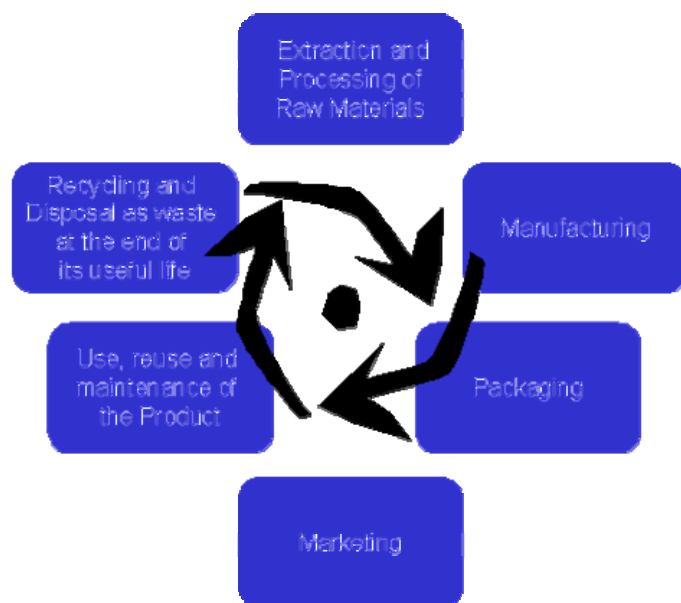
Παίρνοντας για την περίπτωση ενός κατασκευασμένου προϊόντος, ένα LCA περιλαμβάνει την συλλογή λεπτομερών στοιχείων κατά τη διάρκεια της κατασκευής του προϊόντος, από τη χρήση πρώτων υλών για την παραγωγή, τη χρήση ενέργειας,

την πιθανή επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωσή του προϊόντος, και την τελική διάθεσή του.

Σκοπός της LCA είναι η περιγραφή του διαγράμματος ροής ενός προϊόντος, τα όρια του συστήματος και η λειτουργική μονάδα. Η τελευταία είναι το βασικότερο στοιχείο που εμπεριέχει το τελικό προϊόν ή μια υπηρεσία, η οποία πρόκειται να συγκριθεί και να αναλυθεί (Pennington et al., 2003).

Οι LCAs χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν

- αυτές που περιγράφουν το σύστημα παραγωγής ενός προϊόντος και τις περιβαλλοντικές του επιπτώσεις
- και αυτές που περιγράφουν πως θα διαφοροποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος ως αποτέλεσμα αλλαγών στο σύστημα παραγωγής.



Οι LCAs επιτρέπουν την ποσοτικοποίηση της ενέργειας και των πρώτων υλών αλλά και των στερεών, υγρών και αερίων απόβλητων παράγονται, σε κάθε στάδιο της ζωής του προϊόντος. Είναι ένα ισχυρό εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει για την διατύπωση περιβαλλοντικής νομοθεσίας, να βοηθήσει τους κατασκευαστές να αναλύσουν τις διαδικασίες τους και να βελτιώσουν τα προϊόντα τους, και ίσως να επιτρέψει στους καταναλωτές για να κάνουν σωστές επιλογές

Οι πράσινες ταρατσές έχουν εξελιχθεί σε έναν σπουδαίο τρόπο για τις αστικές περιοχές να αντιμετωπίζουν ένα πλήθος περιβαλλοντικά προβλήματα. Μέσω όμως της ζωής των κτιρίων προκύπτουν αρκετά περιβαλλοντικά ζητήματα. Μια προσεκτική εξέταση με τη χρήση της αξιολόγησης του κύκλου ζωής των κτιρίων με συμβατικές ή πράσινες ταρατσές θα αποτελέσει μια έγκυρη καταγραφή διαφόρων περιβαλλοντικών πλευρών. Στη συγκεκριμένη μελέτη η μέθοδος της αξιολόγησης του κύκλου ζωής θα εξετάσει τα περιβαλλοντικά κόστη ανάμεσα στις συμβατικές και πράσινες ταρατσές.

Η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής ποιότητας των κτιρίων έχει αποτελέσει θέμα έρευνας και έχουν χρησιμοποιηθεί ένα πλήθος μεθόδων για την διεξαγωγή συμπερασμάτων. Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε η μέθοδος αξιολόγησης του κύκλου ζωής καθώς μέσω αυτής γίνεται αποτίμηση των συνολικών επιπτώσεων στο περιβάλλον.

6.2 Η χρήση της έτοιμης μεθόδου Eco-indicator 99

Η μεθοδολογία Eco-indicator 99 είναι μία από τις έτοιμες μεθόδους αξιολόγησης των επιπτώσεων. Για τη υπό εξέταση μελέτη η μεθοδολογία Eco-indicator 99 επιλέχθηκε για την ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Η μεθοδολογία Eco-indicator 99 στοχεύει στη αποτύπωση των τελικών απωλειών που επιφέρουν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Απώλειες στην ανθρώπινη υγεία, οι οποίες εκφράζονται ως άθροισμα των ετών ζωής που χάνονται.
- Απώλειες στην ποιότητα του οικοσυστήματος, εκφρασμένες ως απώλειες ειδών σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή.
- Απώλειες σε πόρους, οι οποίες εκφράζονται ως επιπλέον ενέργεια που απαιτείται για τις μελλοντικές εξορύξεις ορυκτών και ορυκτών καυσίμων.

Πιο αναλυτικά οι τυπικές κατηγορίες επιπτώσεων είναι:

- Η απώλεια των φυσικών ορυκτών και ενεργειακών πόρων.
- Η υπερθέρμανση του πλανήτη.

- Η καταστροφή του στρατοσφαιρικού όζοντος.
- Το φωτοχημικό νέφος.
- Η οξίνιση της ατμόσφαιρας και των επιφανειακών υδάτων.
- Η τοξικότητα στον άνθρωπο.
- Ο ευτροφισμός των υδάτων.

6.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής άρχισε να απασχολεί εντατικά την επιστημονική κοινότητα τα τελευταία δέκα περίπου χρόνια. Μέσα σ' αυτό το διάστημα περιπτώσεις μελέτης σε διάφορες χώρες σε όλο τον κόσμο δημοσιεύτηκαν και έθεσαν τις βάσεις για την εξέλιξη της έρευνας.

Το άρθρο των Carter και Keeler (2007) εξετάζει τον κύκλο ζωής, τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα της εγκατάστασης μιας πράσινης ταράτσας εντατικού τύπου. Αφετηρία της έρευνας ήταν η συνεχής υποβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος. Καθώς το ενδιαφέρον του κοινού αλλά και το προσωπικό ενδιαφέρον των ερευνητών για τη φύση μεγάλωνε, νέες πρακτικές με ενθαρρυντικά αποτελέσματα έκαναν την εμφάνισή τους. Η φύτευση των ταρατσών, γνωστό ως πράσινες ταράτσες, ως εναλλακτική επιλογή σε σχέση με την παραδοσιακή ταράτσα ήταν μία από αυτές.

Σκοπός της μελέτης ήταν μια συνολική αποτίμηση των μειονεκτημάτων και των θετικών αποτελεσμάτων στον ιδιωτικό τομέα αλλά και το κοινωνικό σύνολο η οποία θα στήριζε τις πολιτικές και την εκπαιδευτικό υλικό που επηρεάζουν τις επιλογές σχετικά με την κατασκευή μιας πράσινης ταράτσας. Πηγή των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μια πειραματική πράσινη ταράτσα σε αστική περιοχή. Τα αποτελέσματα αυτά συγκρίθηκαν με μια συμβατική ταράτσα.

Στο άρθρο αποδεικνύεται πως η εγκατάσταση μιας πράσινης ταράτσας ξεπερνά κατά πολύ το κόστος μιας συμβατικής, δεδομένου του μεγάλου κόστους κατασκευής. Ωστόσο μια πιθανή αύξηση της τιμής της ενέργειας ή των μέτρων προστασίας από πλημμυρικά φαινόμενα θα κάνει την εγκατάστασή της πολύ πιο προσιτή οικονομικά.

Οι πράσινες ταράτσες θα πρέπει να θεωρούνται εργαλεία αντιπλημμυρικών έργων και η χρήση θα πρέπει να συνιστάται στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές καθώς δύνανται να συγκρατήσουν πάνω από το 77% του νερού της βροχής στη διάρκεια ενός χρόνου.

Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα η έρευνα των Kosareo και Ries (2006) επικεντρώνεται στη σύγκριση του κύκλου ζωής διαφόρων πράσινων ταρατσών. Σκοπός είναι η περιγραφή και ανάλυση του κύκλου ζωής εντατικών και εκτατικών τύπων πράσινων ταρατσών σε σύγκριση με τις συμβατικές ταράτσες. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής επιλέγεται ως εργαλείο για την καταγραφή και ανάλυση των ομοιοτήτων και διαφορών στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής των πρώτων υλών, την μεταφορά, την κατασκευή, τη διατήρηση και την τελική απόθεση των τριών διαφορετικών περιπτώσεων ταράτσας. Η σημαντικότητα της μελέτης αυτής σημειώνεται καθώς προκύπτουν περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα, όπως η μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται για κλιματισμό. Η πράσινη ταράτσα εντατικού τύπου που παρουσιάζεται στο άρθρο είναι μία πραγματική κατασκευή 1115 m² στο Pittsburgh Αμερικής.

Η μελέτη απέδειξε πως για το κλίμα που επικρατεί στη συγκεκριμένη περιοχή, η μείωση ενέργειας που επιτυγχάνεται από τη μείωση θερμότητας εξαιτίας της εγκατάστασης του μέσου ανάπτυξης των φυτών στην πράσινη ταράτσα, είναι καθοριστικός παράγοντας της συγκριτικής αναφοράς. Παρά το γεγονός πως η μείωση της ενέργειας δεν είναι ποσοτικά σημαντική σε σχέση με το σύνολο της ενέργειας που καταναλώνεται σε ολόκληρο το υπό μελέτη κτίριο, τα περιβαλλοντικά αποτελέσματα είναι εξαιρετικής σημασίας.

Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής απέδειξε πως οι πράσινες ταράτσες έχουν καλύτερα αποτελέσματα από την συμβατική και η πράσινη ταράτσα εκτατικού τύπου αποδίδει καλύτερα σε σχέση με την πράσινη ταράτσα εντατικού τύπου. Η σύγκριση έγινε για τέσσερις μεγάλες κατηγορίες επιπτώσεων: τη ανθρώπινη υγεία, την ποιότητα του οικοσυστήματος, την κλιματική αλλαγή και την κατανάλωση πρώτων υλών.

Τελικό συμπέρασμα της μελέτης ήταν πως παρά την ανάγκη για εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η κατασκευή πράσινων ταρατσών είναι περιβαλλοντικά σωστή επιλογή για

την μείωση της ενεργειακής ζήτησης των κτιρίων αλλά και την επέκταση του χρόνου ζωής των ταρατσών.

Στο άρθρο που συντάχτηκε από τους Wong N., et al (2002) το θέμα αφορά την ανάλυση κόστους ζωής για πράσινες ταρατσες στην Σιγκαπούρη. Οι πράσινες ταρατσες έχουν κάνει δυναμική επανείσοδο, ως βιώσιμη επιλογή για την αντιμετώπιση ενός συνόλου περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως το νερό της βροχόπτωσης που καταλήγει στους υπονόμους, το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και της ατμόσφαιρας και τη μείωση της βιοποικιλότητας στα αστικά κέντρα. Παρά τις διαστάσεις που έχει πάρει η κατασκευή πράσινων ταρατσών ανά τον κόσμο οι τοπικοί κατασκευαστές δεν είναι πρόθυμοι να εναρμονιστούν με αυτή την εξέλιξη. Παρά την διαθεσιμότητα σε πρώτες ύλες και την καταλληλότητα του κλίματος στη Σιγκαπούρη, οι ενστάσεις αφορούν κυρίως το μεγάλο κόστος εγκατάστασης.

Βασική προτεραιότητα της μελέτης αυτής είναι να επισημάνει πως οικονομικά πλεονεκτήματα της εγκατάστασης μιας πράσινης ταρατσας υπερτερούν έναντι του αρχικού κόστους. Ακόμα σκοπός της είναι να υπολογίσει το αρχικό κόστος κατασκευής μιας πράσινης ταρατσας σε σχέση με την κατασκευή μιας συμβατικής, και να συγκρίνει το κόστος ζωής μεταξύ των δύο διαφορετικών κατασκευών. Έχει διαπιστωθεί πως το κόστος ζωής μιας πράσινης ταρατσας εντατικού τύπου είναι χαμηλότερο από των συμβατικών ταρατσών, παρά το αρχικό κόστος. Το ίδιο ισχύει και για τις πράσινες ταρατσες εκτατικού τύπου.

Ο Peuportier (2001) χρησιμοποίησε στην μελέτη του σε συνδυασμό ένα εργαλείο ανάλυσης κύκλου ζωής και ένα εργαλείο θερμικής ανάλυσης. Σκοπός του ήταν να συγκρίνει τρεις διαφορετικές κατασκευές ταρατσών μίας συμβατικής, μίας ξύλινης και μίας με φωτοβολταϊκά.

Η μελέτη του εξέτασε πέντε βασικούς τομείς: την ενέργεια, την μεταφορά, την ανακύκλωση, τα υλικά κατασκευής και τα οικιακά απόβλητα. Το συμπέρασμα της εργασίας συνίσταται στη συνειδητοποίηση πως η μεγαλύτερη θερμική μόνωση, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η επιλογή θερμικού συστήματος με τις

μικρότερες δυνατές απώλειες αποτελούν τα σημαντικότερα και αποτελεσματικότερα μέτρα καταπολέμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τα κτίρια.

Στο άρθρο των Saiz et al. (2006) γίνεται μια σύγκριση της αξιολόγησης του κύκλου ζωής μεταξύ συμβατικών και πράσινων ταρατσών. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) χρησιμοποιείται για να διαπιστώσει τις θετικές επιπτώσεις, πρωτίστως από τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, εξαιτίας της εγκατάστασης πράσινης ταρατσας σε οκταόροφο κτίριο στο κέντρο της Μαδρίτης. Στην εργασία υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας για το χρονικό διάστημα πενήντα ετών.

Η σημαντικότερη λειτουργία της πράσινης ταρατσας είναι η μείωση της θερμικής ενέργειας που απορροφάται από το κτίριο, κάτι που οδηγεί στη χαμηλότερη θερμοκρασία των επιφανειών και τη μικρότερη απορρόφηση από το εσωτερικό του κτιρίου. Η ετήσια μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται τους χειμερινούς μήνες υπολογίστηκε στο 1% αλλά τους καλοκαιρινούς μήνες φτάνει το 6% ενώ τις ώρες αιχμής αγγίζει το 25%. Με την τοποθέτηση της πράσινης ταρατσας οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μειώνονται από 1 έως 5,3%.

Τα αποτελέσματα της έρευνας χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες. Η πρώτη αφορά την αξιολόγηση του κύκλου ζωής των συμβατικών ταρατσών. Η ενέργεια αποτελεί σημαντικό παράγοντα περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη φάση χρήσης του κτιρίου. Στο υπό μελέτη κτίριο η ετήσια κατανάλωση ενέργειας φτάσει τις 500.000 kWh από τις οποίες οι 240.800 kWh χρησιμοποιήθηκαν για θέρμανση και οι 90.200 kWh για ψύξη.

Για το υπό εξέταση κτίριο η LCA απέδειξε πως οι μεγαλύτερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις σχετίζονται με τη χρήση του χώρου. Αυτός ο τομέας είναι υπεύθυνος για το 50% των συνολικών επιπτώσεων και επηρεάζει ένα πλήθος κατηγοριών όπως η οξίνιση, ο ευτροφισμός και η καταστροφή αβιοτικών παραγόντων.

Σε αυτή τη φάση ο κύριος παράγοντας είναι η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, με σημαντικότερη τη κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό με ποσοστό ευθύνης 30% επί όλων των περιβαλλοντικών κατηγοριών εκτός της τοξικότητας προς τον άνθρωπο και την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Η δεύτερη κατηγορία αποτελεσμάτων αφορά την αξιολόγηση του κύκλου ζωής μια πράσινης ταράτσας. Εξαιτίας της επιπλέον μόνωσης της πράσινης ταράτσας ετήσιας η κατανάλωση ενέργειας μειώνεται έως 6% για το σύνολο του κτιρίου. Με την αντικατάσταση μιας συμβατικής ταράτσας με πράσινη, παρατηρείται μείωση των επιπτώσεων σε όλες τις περιβαλλοντικές κατηγορίες έως και 5,3%. Τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης παρατηρούνται σχετικά με τον ευτροφισμό και την καταστροφή αβιοτικών παραγόντων.

Η αλλαγή από τη συμβατική στη πράσινη ταράτσα έχει επίδραση και στη φάση διατήρησης της ταράτσας η κάλυψή της με χώμα έχει ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση του χρόνου ζωής της από τα δέκα στα σαράντα χρόνια.

7 Μελέτη περίπτωσης σε προάστιο της Αθήνας

Οι πράσινες επιφάνειες στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές είναι απαραίτητες για την αποφυγή των δυσάρεστων και επικίνδυνων επιπτώσεων στο μικροκλίμα της περιοχής αλλά την εξοικονόμηση ενέργειας. Η κατασκευή πράσινων ταρατσών φαίνεται να είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος να επιτευχθεί ισορροπία ανάμεσα στις κτιριακές κατασκευές και το φυσικό περιβάλλον.

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να ερευνήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτή η πρακτική. Αν και οι ρίζες των πράσινων ταρατσών βρίσκονται στην ιστορία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τα νέα υλικά και η νέα κατασκευή πρέπει να εκτιμηθεί.

7.1 Περιγραφή κλιματικών συνθηκών περιοχής

Το μεσογειακό κλίμα, στην περιοχή της Αθήνας, χαρακτηρίζεται από ήπιους χειμώνες και ακόμα ηπιότερα φθινόπωρα. με τις πιο χαμηλές θερμοκρασίες να σημειώνονται τον Ιανουάριο και να κυμαίνονται από 0 - 13 βαθμούς Κελσίου. Τα καλοκαίρια είναι ξηρά και ζεστά με θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 20° - 38°C.

7.2 Περιγραφή κτιρίου



Το κτίριο βρίσκεται στο Ν Ηράκλειο, ένα από τα βόρεια προάστια της Αθήνας. Πρόκειται για μία τριώροφη πολυκατοικία με συνολικά πέντε διαμερίσματα. Τα διαμερίσματα είναι διαμπερή και ο ακάλυπτος χώρος φιλοξενεί ψηλά δέντρα. Το κτίριο είναι κτισμένο με μπετόν για το βασικό σκελετό και οι εσωτερικοί και εξωτερικοί τοίχοι είναι κατασκευασμένοι

από βιομηχανικά τούβλα.

Βρίσκεται σε μη κεντρικό και κατά συνέπεια μη πολυσύχναστο δρόμο. Το κτίριο έχει νοτιοδυτικό προσανατολισμό και η μεγαλύτερη επιφάνειά του είναι συνεχώς εκτεθειμένη στον ήλιο τους καλοκαιρινούς μήνες. Ο τελευταίος όροφος, στον οποίο βρίσκεται ένα μοναδικό διαμέρισμα, είναι αυτός για τον οποίο θα γίνει και η περίπτωση μελέτης με την κατασκευή της πράσινης τaráτσας. Η έκταση της τaráτσας είναι συνολικά 150 τμ.

7.3 Συλλογή δεδομένων για τη μελέτη περίπτωσης

Τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποτέλεσμα επιτόπιας αποτύπωσης αλλά και βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Το συγκεκριμένο διαμέρισμα ήταν διαθέσιμο και ο ιδιοκτήτης παρείχε ποιοτικά και ποσοτικά στοιχεία όπως του ζητήθηκαν. Ακόμα χρησιμοποιήθηκαν άρθρα από επιστημονικό τύπο που εξέταζαν ανάλογες περιπτώσεις μελέτης στον κόσμο αλλά και την Ελλάδα.

Για την εκτίμηση της χρήσης ενέργειας για θέρμανση έγινε μια κατανομή της συνολικής ποσότητας πετρελαίου που καταναλώθηκε τους χειμερινούς μήνες από το σύνολο των διαμερισμάτων στο συγκεκριμένο κτίριο, με βάση τα τετραγωνικά μέτρα σε κάθε ένα διαμέρισμα. Το ποσό αυτό συγκρίθηκε με ποσότητες προηγούμενων ετών ώστε να αποφευχθεί η επιλογή ακραίων τιμών.

Για την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη σημειώθηκε ο τύπος κλιματιστικού για να αποτυπωθεί η δυναμικότητα της ηλεκτρικής συσκευής και η κατανάλωση ενέργειας. Ο χρόνος λειτουργίας εκτιμήθηκε κατά μέσο όρο και αποκλείστηκαν οι ακραίες τιμές που παρουσιάζονταν σε περιόδους καύσωνα.

Σχετικά με την κατασκευή της πράσινης τaráτσας ένα πλήθος δεδομένων συλλέχθηκαν κατά την παρακολούθηση της 1ης Έκθεσης "Πράσινες Τaráτσες-Ολάνθιστα Μπαλκόνια" στην Πλατεία Κοτζιά. Οι αρχιτέκτονες τοπίου που συμμετείχαν στην σε αυτή την πρωτοβουλία κατάθεσαν προσωπικές σκέψεις και εμπειρίες μέσα από την συγκεκριμένη πρακτική.

Η φροντίδα του κήπου ήταν το τελευταίο κομμάτι της συλλογής δεδομένων. Οι πληροφορίες σε αυτό το τμήμα ήταν οι πλέον ποιοτικές. Η χρήση νερού, κομπόστ και λιπάσματος είναι πολύ δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν αφού εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, την καταλληλότητα του χώματος και την ικανότητα του ίδιου του φυτού να αντεπεξέλθει και να αναπτυχθεί. Τα ποσά που χρησιμοποιήθηκαν είναι προσωπικές εκτιμήσεις καθώς η πράσινη τaráτσα δεν είναι κατασκευασμένη σε πραγματικό χώρο και χρόνο αλλά μόνο μέσω του προγράμματος για τα σκοπό της μελέτης.

8 Αποτελέσματα συγκριτικής μελέτης μεταξύ συμβατικών και πράσινων ταρατσών.

8.1 Συμβατική ταρατσα

Στην ανάλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από τη συμβατική ταρατσα, για τη συγκεκριμένη μελέτη θα εξεταστεί μόνο το στάδιο της χρήσης. Η αξιολόγηση του κύκλου ζωής έχει σκοπό να διερευνήσει τις διαφορές πριν και μετά την εγκατάσταση φύτευσης σε μια ήδη υπάρχουσα ταρατσα και γι' αυτό η διαδικασία κατασκευής της και τα υλικά που χρησιμοποιούνται δεν λαμβάνονται υπόψη. Τα υλικά που απαιτούνται για την οικοδόμηση ενός κτιρίου είναι πολλά και ποικίλα ως προς τη φύση τους. Η LCA ενός ολόκληρου είναι πολύ σύνθετο πρόβλημα και δεν εξετάζεται στα πλαίσια της συγκεκριμένης μελέτης. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται μόνο δύο παράμετροι: η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό το καλοκαίρι και η χρήση πετρελαίου για θέρμανση το χειμώνα.

Στον Ελλαδικό χώρο βάσει των θερμοκρασιών που επικρατούν και του εύκρατου κλίματος στα κτίρια, η θέρμανση λειτουργεί περίπου έξι μήνες το χρόνο. Για τον όροφο που εξετάζεται καταναλώθηκαν έξι τόνοι πετρέλαιο (ένας τόνος ανά μήνα) για θέρμανση με καυστήρα. Συνολικά χρησιμοποιήθηκαν δύο τόνοι πετρέλαιο για το διάστημα των έξι μηνών. Στον χρονικό ορίζοντα των 50 ετών η ποσότητα γίνεται 100 τόνοι. Για την μετατροπή της ποσότητας πετρελαίου από κιλά σε θερμογόνο δύναμη εκφρασμένη σε MJ χρησιμοποιήθηκε το μέγεθος των 45,4 MJ / kg. Το τελικό αποτέλεσμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν 4540000 MJ.

Σε αντιστοιχία με τα προηγούμενα και βάση του κλίματος στην περιοχή στο κτίριο λειτουργεί ο κλιματισμός για ψύξη περίπου τέσσερις μήνες το χρόνο. Για τη συγκεκριμένη κατοικία υπολογίζονται 8 ώρες την μέρα με κλιματιστικό που καταναλώνει 1500 watt, σύνολο 1440 KWh ηλεκτρικού ρεύματος. Άρα τελικό σύνολο για τα 50 έτη, 72000 KWh.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εγγραφή των δεδομένων για τη συμβατική ταρατσα με σκοπό οι επιπτώσεις να είναι αποτέλεσμα των δύο προαναφερθέντων

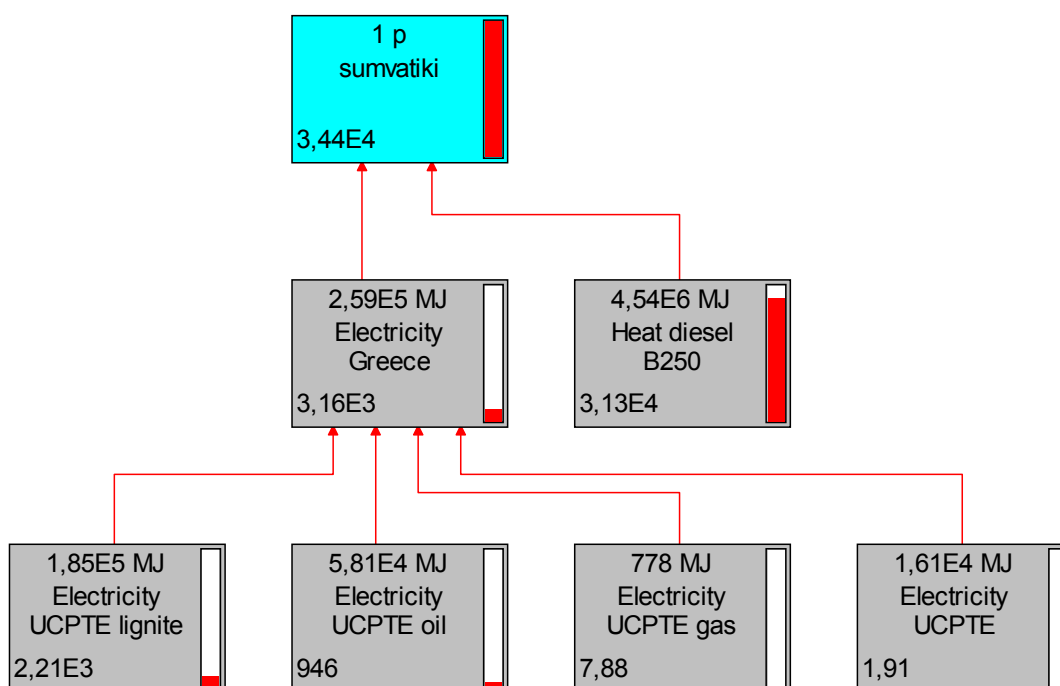
ενεργειών. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα της απογραφής των δεδομένων είναι η μέθοδος Eco-indicator 99.

Πίνακας 8.1: Διεργασίες συμβατικής ταρατσας

Name			Comment
sumvatiki			thermansai kai psixi
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Comment
—	—	—	—
Processes	Amount	Unit	Comment
Electricity Greece	72000	kWh	
Heat diesel B250	4540000	MJ	45,4 MJ / kg diesel

Τα αποτελέσματα για τις διεργασίες στην συμβατική ταρατσα είναι εύκολο να παρουσιαστούν στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί. Η διεργασία με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις φαίνεται με τη γραμμή μεγαλύτερου πάχους που επιλέγεται από το πρόγραμμα για να τονίσει την σημαντικότητά της. Παρατηρώντας το διάγραμμα 4 η διαδικασία που ξεχωρίζει είναι η χρήση πετρελαίου.

Διάγραμμα 8.1: Διεργασίες συμβατικής ταρατσας



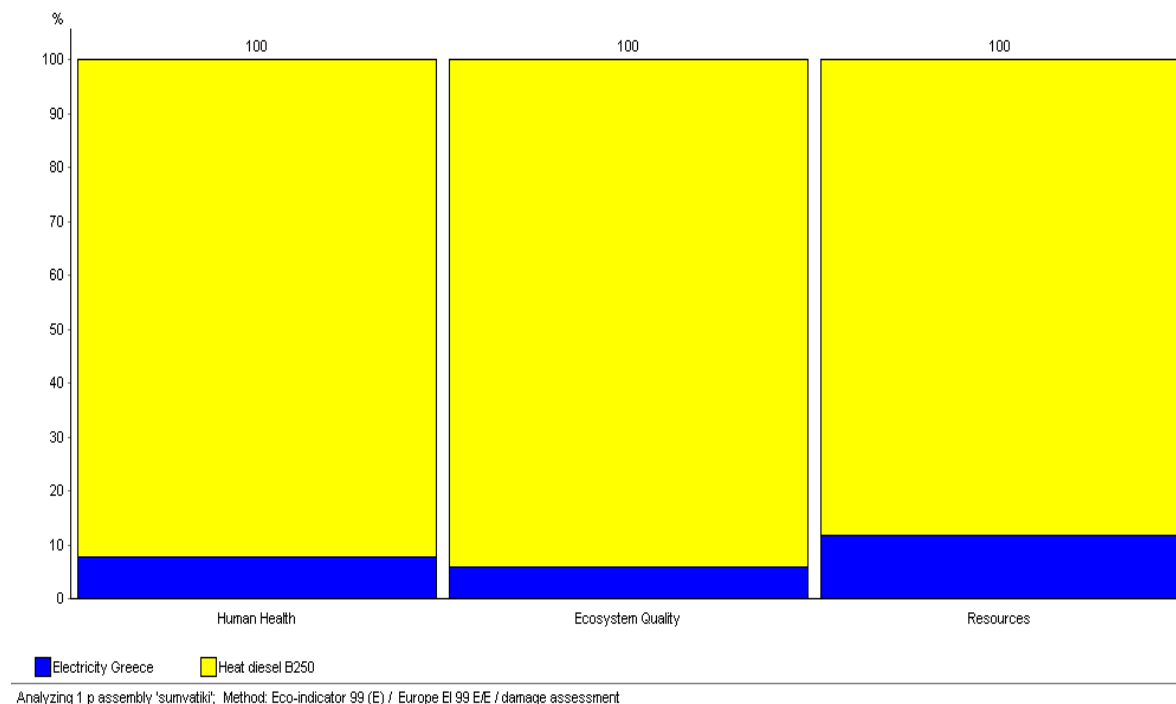
Η αξιολόγηση των επιπτώσεων επιτυγχάνεται μέσω της μετάφρασης των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων της απογραφής σε περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως η κλιματική αλλαγή, η καταστροφή της στιβάδας του όζοντος, η μείωση της βιοποικιλότητας και άλλα.

Το γενικό πλαίσιο του σταδίου της αξιολόγησης επιπτώσεων αποτελείται από ένα σύνολο από στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τον καθορισμό των κατηγοριών επιπτώσεων και το επίπεδο που επηρεάζονται από τις διάφορες διεργασίες. Φαίνονται από το διάγραμμα 2 οι τρεις ευρύτερες κατηγορίες που επηρεάζονται από την υπό εξέταση διεργασία με τον τίτλο συμβατική τaráτσα.

- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία: σε ποσοστό πάνω του 90%, η χρήση του πετρελαίου είναι υπεύθυνη για τις αλλαγές που παρατηρούνται στην ανθρώπινη υγεία.
- Οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα: σε αυτή τη κατηγορία η χρήση πετρελαίου είναι υπεύθυνη για περισσότερο από το 95%.
- Οι επιπτώσεις στις πηγές: σε αυτή τη κατηγορία η χρήση πετρελαίου είναι υπεύθυνη για το 87%.

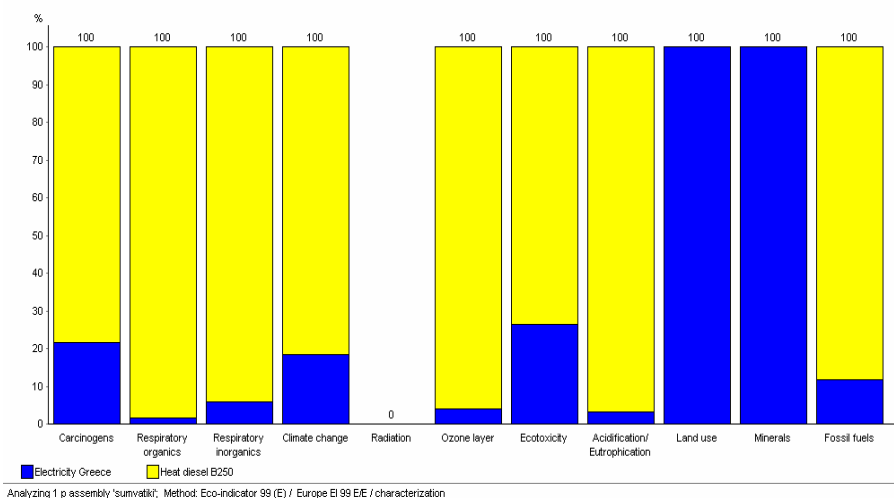
Από τα παραπάνω επιβεβαιώνεται το αποτέλεσμα του διαγράμματος 1, σχετικά με την διεργασία που έχει τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η χρήση του πετρελαίου συνεπάγεται μεγαλύτερες επιβαρύνσεις.

Διάγραμμα 8.2: Συμβατική τaráτσα, Ποσοστιαία συνεισφορά στις τρεις μεγαλύτερες κατηγορίες επιπτώσεων ανά διεργασία



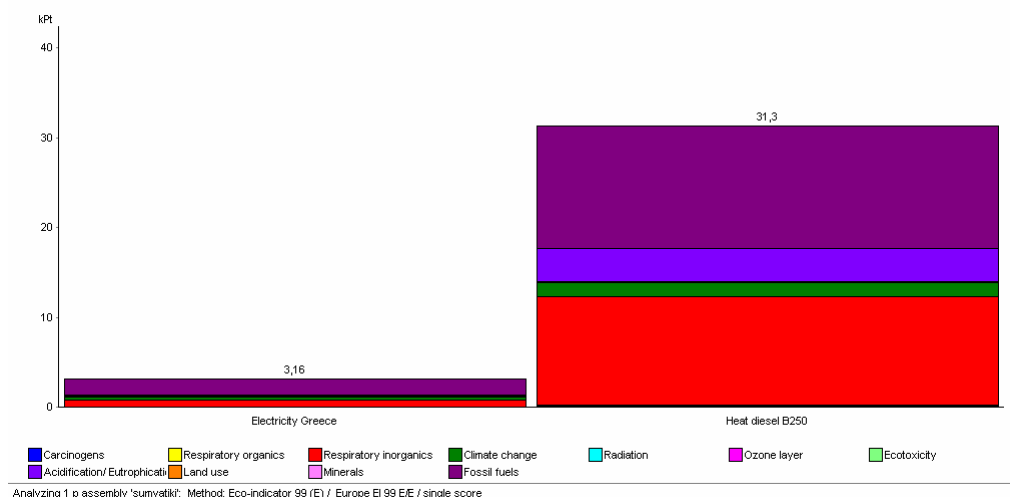
Το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει το χαρακτηρισμό, δηλαδή τον υπολογισμό ενός συνολικού δείκτη κάθε κατηγορίας επιπτώσεων χρησιμοποιώντας συντελεστές. Στο διάγραμμα 3 σημειώνεται το ποσοστό υπευθυνότητας για κάθε μία από τις διεργασίες ανάλογα την τυπική κατηγορία επιπτώσεων που εξετάζεται. Καθώς οι διεργασίες είναι μόνο δύο, οι κατηγορίες διαχωρίζονται εύκολα σε αυτές που επηρεάζονται σημαντικότερα από τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και σε αυτές που επηρεάζονται από τη χρήση πετρελαίου.

Διάγραμμα 8.2: Συμβατική ταράτσα, Χαρακτηρισμός κατηγοριών επιπτώσεων.



Τα παραπάνω αποτυπώνονται και στο διάγραμμα 5 όπου παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της διεργασίας σε κάθε τύπο επίπτωσης.

Διάγραμμα 8.3: Συμβατική ταράτσα, Αποτέλεσμα διεργασίας ανά κατηγορία επίπτωσης.



Ως προαιρετικά στάδια της αξιολόγησης ακολουθούν άλλα δύο βήματα:

- η κανονικοποίηση, δηλαδή ο υπολογισμός των αποτελεσμάτων του συνολικού δείκτη ανά κατηγορία επιπτώσεων σε σχέση με κάποια τιμή αναφοράς και
- η στάθμιση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης.

Τα διαγράμματα που παρουσιάζουν τα προηγούμενα φαίνονται στο παράρτημα.

8.2 Πράσινη ταράτσα

8.2.1 Συμβατική πράσινη ταράτσα

Για την κατασκευή μια πράσινης ταράτσας, διάφορες κατασκευαστικές εταιρίες προτείνουν συμβατικά κατά βάση πλαστικά υλικά. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα μελέτης έχει γίνει κατά προσέγγιση υπολογισμός των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν στις ποσότητες που είναι απαραίτητες για την κατασκευή της πράσινης ταράτσας επιφάνειας 150 m².

- Αδιάβροχη μεμβράνη: θα χρησιμοποιηθεί ελαστική μεμβράνη από πολυουρεθάνη, επικάλυψης $0,35 \text{ kg /m}^2$. Συνολικά θα χρειαστούν 53 kg από το προαναφερθέν υλικό. Στον χρονικό ορίζοντα που εξετάζουμε δεν θα χρειαστεί να επαναληφθεί η ενέργεια αυτή.
- Αποστραγγιστικό στρώμα: θα χρησιμοποιηθεί πλαστικό με κυψέλες, πλαστικό ειδικού βάρους 500 g/m^2 . Άρα συνολικά 75 kg πλαστικό. Στον χρονικό ορίζοντα που εξετάζουμε δεν θα χρειαστεί να επαναληφθεί η ενέργεια αυτή.
- Μέσο ανάπτυξης: θα χρησιμοποιηθεί 20 cm χώμα. Για την επιτυχή ανάπτυξη των φυτών όμως είναι απαραίτητη η χρήση λιπάσματος σε φώσφορο και νιτρικά στοιχεία δύο φορές το χρόνο (ελάχιστη χρήση). Για 150 m^2 χρειάζονται συνολικά 45 kg λίπασμα το χρόνο. Άρα έως στο σύνολο της μελέτης θα χρειαστούν 2250 kg λίπασμα.
- Κατανάλωση ενέργειας για ψύξη: ως αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται αυτό που θα κατανάλωνε και μια συμβατική τaráτσα. Έχει αποδειχτεί επιστημονικά όμως ότι η κατασκευή μίας πράσινης τaráτσας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαίτησης σε ενέργεια κατά 36% . Το αρχικό μέγεθος έχει προσαρμοστεί στα νέα αυτά δεδομένα. Το τελικό ποσό υπολογίστηκε στα 4040600 MJ .
- Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση: ως αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται επίσης αυτό που θα κατανάλωνε και μια συμβατική τaráτσα. Όπως και για την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, η κατασκευή μίας πράσινης τaráτσας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαίτησης σε ενέργεια κατά 11% . Το αρχικό μέγεθος έχει προσαρμοστεί στα νέα αυτά δεδομένα. Το τελικό ποσό υπολογίστηκε στα 46080 kWh .
- Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό: ως αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται αυτό που κατανάλωνε μια συμβατική λάμπα πυρακτώσεως των 60 W . Στα δεδομένα υπολογίστηκε η χρήση δέκα τέτοιων λαμπτήρων τρεις ώρες την ημέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα για 34 εβδομάδες. Η λογική που ακολουθήθηκε ήταν ότι οι λάμπες θα χρησιμοποιηθούν από τους ιδιοκτήτες της πολυκατοικίας μόνο τις θερμότερες εβδομάδες του χρόνου.
- Φυτά: γκαζόν. Οι περισσότεροι κατασκευαστές προτείνουν το συγκεκριμένο φυτό για καθώς χαρίζει ομοιομορφία στους προς κάλυψη χώρους.

- Πότισμα: σε αυτή την περίπτωση επιλέγεται ένα από τα δημοφιλέστερα και πλέον υδροβόρα φυτά: το γκαζόν. Για το πότισμά του είναι απαραίτητα 35 l/m² τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα για 34 μήνες το χρόνο, που αντιστοιχεί στην πιο θερμή εποχή του χρόνου και σε μία φορά την εβδομάδα για τις υπόλοιπες 18 εβδομάδες του χρόνου. Το τελικό σύνολο για ολόκληρο το χρονικό διάστημα εκφράζεται σε ποτισμένα m². Για τη συγκεκριμένη διεργασία δημιουργήθηκε μια νέα διεργασία σε περιβάλλον SimaPro.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η εγγραφή των δεδομένων για την συμβατική ταράτσα με σκοπό οι επιπτώσεις να είναι αποτέλεσμα της κατασκευής και της χρήσης της πράσινης ταράτσας. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα της απογραφής των δεδομένων η έτοιμη μέθοδος Eco-indicator 99.

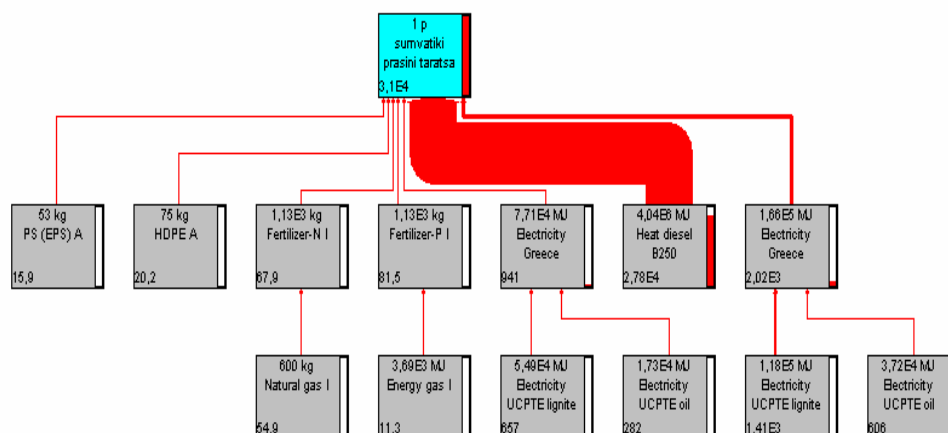
Πίνακας 8.3: Διεργασίες συμβατικής πράσινης ταράτσας

Name			Comment
sumvatiki prasini taratsa			kataskevi kai xrisi taratsas
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Comment
PS (EPS) A	53	kg	mia efarmogi sta 50 xronia (memvrani)
HDPE A	75	kg	mia efarmogi sta 50 xronia (apostragisi)
Fertilizer-N I	1125	kg	synolo posotitas sta 50
Fertilizer-P I	1125	kg	synolo posotitas sta 50
Processes	Amount	Unit	Comment
potismenos kipos	7500	m2	150m ² /etos gia 50 xronia
Electricity Greece	21420	kWh	10 lampes 60 W gia 50 xronia (3h/day 34weeks/year)
Heat diesel B250	4040600	MJ	4040600 MJ (11% savings se sxesi me symvatiki)
Electricity Greece	46080	kWh	46080 kwh (36% savings se sxesi me symvatiki)

Τα αποτελέσματα για τις διεργασίες στην συμβατική ταράτσα παρουσιάζονται στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί. Η διεργασία με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις φαίνεται με τη γραμμή μεγαλύτερου πάχους που επιλέγεται από το πρόγραμμα για να τονίσει

την σημαντικότητά της. Παρατηρώντας το διάγραμμα 6 η διαδικασία που ξεχωρίζει είναι η χρήση πετρελαίου.

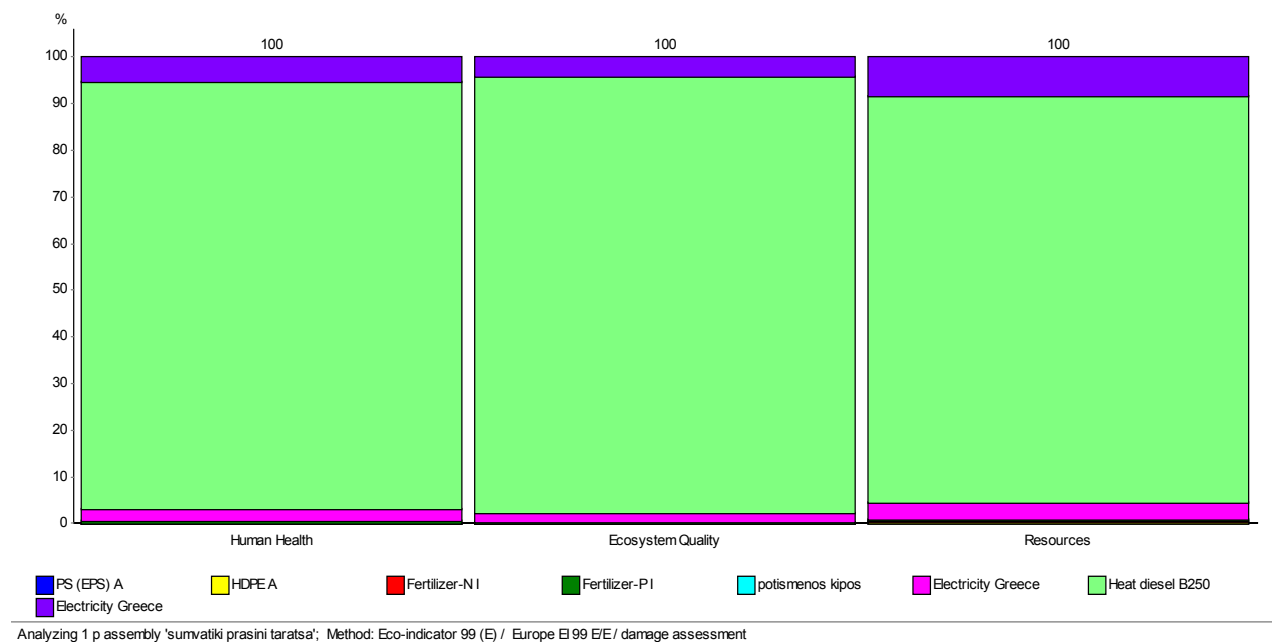
Διάγραμμα 8.4: Συμβατική πράσινη τάρτασα



Όπως και για τη συμβατική τάρτασα έτσι και για την κατασκευή της πράσινης θα εξεταστούν τα στάδια αξιολόγησης επιπτώσεων. Στο πρώτο στάδιο αξιολόγησης επιπτώσεων οι τρεις ευρύτερες κατηγορίες που επηρεάζονται από την υπό εξέταση διεργασία με τον τίτλο συμβατική τάρτασα.

- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία: σε ποσοστό πάνω του 90%, η χρήση του πετρελαίου είναι υπεύθυνη για τις αλλαγές που παρατηρούνται στην ανθρώπινη υγεία.
- Οι επιπτώσεις στο οικοσύστημα: σε αυτή τη κατηγορία η χρήση πετρελαίου είναι υπεύθυνη για περισσότερο από το 90%.
- Οι επιπτώσεις στις πηγές: σε αυτή τη κατηγορία η χρήση πετρελαίου είναι υπεύθυνη για το 85%.

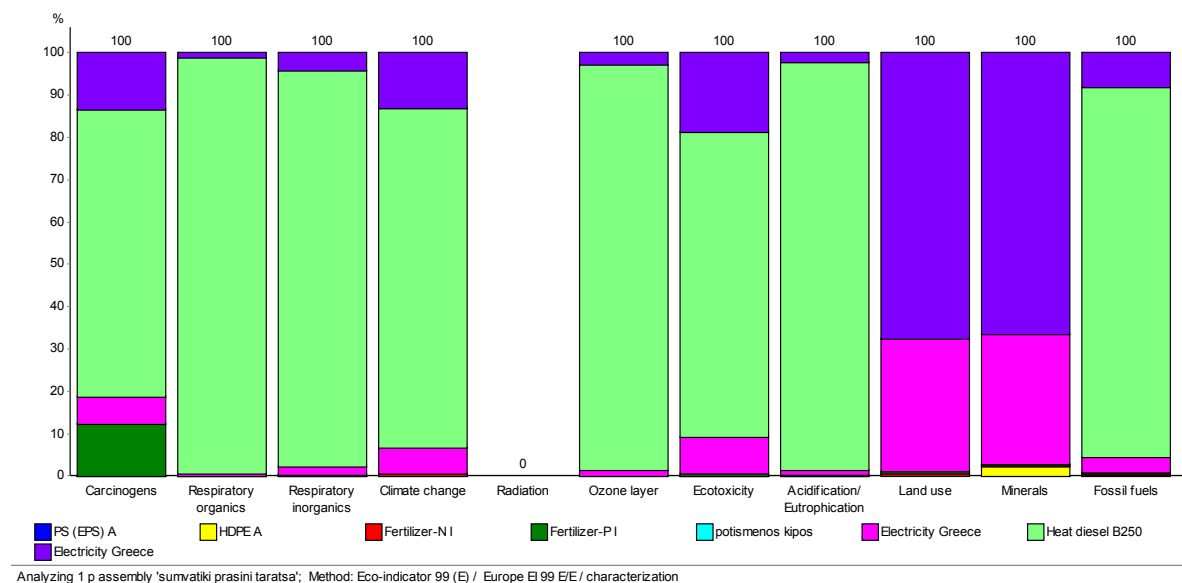
Διάγραμμα 8.5: Συμβατική πράσινη τάρτασα, Χαρακτηρισμός κατηγοριών επιπτώσεων



Από τα παραπάνω επιβεβαιώνεται το αποτέλεσμα του προηγούμενου διαγράμματος, σχετικά με την διεργασία που έχει τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η χρήση του πετρελαίου συνεπάγεται μεγαλύτερες επιβαρύνσεις.

Στο διάγραμμα 8.6 σημειώνεται το ποσοστό συμμετοχής για κάθε μία από τις διεργασίες ανάλογα την τυπική κατηγορία επιπτώσεων που εξετάζεται. Όπως ήταν αναμενόμενο η χρήση του πετρελαίου έχει τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση στις περισσότερες κατηγορίες.

Διάγραμμα 8.6: Συμβατική πράσινη τaráτσα, Αποτέλεσμα διεργασίας ανά κατηγορία επίπτωσης.



8.2.2 Οικολογική πράσινη ταράτσα

Για την κατασκευή μια οικολογικής πράσινης ταράτσας υλικά που επιλέγονται είναι οικολογικά, φιλικά προς τον χρήστη και το περιβάλλον:

- Αδιάβροχη μεμβράνη: είναι ένα από τα υλικά πολύ δύσκολο να αντικατασταθεί καθώς η ύπαρξή της είναι καθοριστική για την επιτυχία κατάλληλης μόνωσης. Θα χρησιμοποιηθεί, όπως και πριν, ελαστική μεμβράνη από πολυουρεθάνη, επικάλυψης $0,35 \text{ kg /m}^2$. Συνολικά θα χρειαστούν 53 kg από το προαναφερθέν υλικό. Στον χρονικό ορίζοντα που εξετάζουμε δεν θα χρειαστεί να επαναληφθεί η ενέργεια αυτή.
- Αποστραγγιστικό στρώμα: θα χρησιμοποιηθεί στρώμα από χαλίκια, θρυμματισμένες πέτρες ή κεραμίδια. Τα υλικά αυτά είναι ανακυκλώσιμα. Τα στεγνά χαλίκια ζυγίζουν περίπου $1,682 \text{ kg/m}^2$ και έχουν πάχος περίπου 5 cm . Για το συγκεκριμένο παράδειγμα θα υποτεθεί ένα στρώμα 5 cm από χαλίκια. Άρα συνολικά 252 kg χαλίκι. Εναλλακτικά θα μπορούσε να αντικατασταθεί με κεραμίδι. Στον χρονικό ορίζοντα που εξετάζουμε δεν θα χρειαστεί να επαναληφθεί η ενέργεια αυτή. Η μέθοδος Eco-indicator 99 δεν έχει πληροφορίες για τις επιπτώσεις από τη χρήση χαλικιών και γι' αυτό στα δεδομένα χρησιμοποιείται κεραμίδι.

- Μέσο ανάπτυξης: χώμα και κομπόστ. Το κομπόστ χρησιμοποιείται ως θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη των φυτών με αναλογία χώμα κατά 2/3 και 1/3 κομπόστ από ανακυκλώσιμα φυτικά υλικά όπως στάχτη, χαρτί, ύφασμα, ξερά φύλλα, κόκκους καφέ και άλλα. Τα προηγούμενα θα δημιουργούν ένα στρώμα 20cm. Το κομπόστ θα ανανεώνεται 2 φορές το χρόνο για να εξασφαλίζεται η ανάπτυξη των φυτών. Καθώς η επιλογή αυτή του κομπόστ έγινε με σκοπό την αποφυγή της χρήσης λιπασμάτων τα φυτικά υλικά που προαναφέρθηκαν, ως παραδοχή για τη συγκεκριμένη μελέτη, δεν έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Κατανάλωση ενέργειας για ψύξη: σαν αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται αυτό που θα κατανάλωνε και μια συμβατική τaráτσα. Έχει αποδειχτεί επιστημονικά όμως ότι η κατασκευή μίας πράσινης τaráτσας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαίτησης σε ενέργεια κατά 36%. Το αρχικό μέγεθος έχει προσαρμοστεί στα νέα αυτά δεδομένα. Το τελικό ποσό υπολογίστηκε στα 4040600 MJ.
- Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση: σαν αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται επίσης αυτό που θα κατανάλωνε και μια συμβατική τaráτσα. Όπως και για την κατανάλωση ενέργειας για ψύξη, η κατασκευή μίας πράσινης τaráτσας έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απαίτησης σε ενέργεια κατά 11%. Το αρχικό μέγεθος έχει προσαρμοστεί στα νέα αυτά δεδομένα. Το τελικό ποσό υπολογίστηκε στα 46080kWh.
- Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό: ως αρχικό ποσό ενέργειας ορίζεται αυτό που κατανάλωνε μια λάμπα εξοικονόμησης των 12W. Στα δεδομένα υπολογίστηκε η χρήση δέκα τέτοιων λαμπτήρων τρεις ώρες την ημέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα για 34 εβδομάδες. Η λογική που ακολουθήθηκε ήταν ότι οι λάμπες θα χρησιμοποιηθούν από τους ιδιοκτήτες της πολυκατοικίας μόνο τις θερμότερες εβδομάδες του χρόνου.
- Πότισμα: θα είναι απαραίτητο τους καλοκαιρινούς μήνες, καθώς όμως τα φυτά που θα επιλεγούν δεν θα έχουν μεγάλη ανάγκη για νερό (δες επόμενο) υπολογίζεται 5 l/m² μια φορά την εβδομάδα, για 34 εβδομάδες. Το τελικό σύνολο για ολόκληρο το χρονικό διάστημα εκφράζεται σε ποτισμένα m². Για τη συγκεκριμένη διεργασία δημιουργήθηκε μια νέα νέα διεργασία σε περιβάλλον SimaPro.

- Φυτά: επιλέγονται είδη που ευδοκιμούν σε μεσογειακά κλίματα και έχουν μικρή ανάγκη σε νερό όπως λεβάντα, ρίγανη, θυμάρι. Αναφέρονται τα ακόλουθα με τα λατινικά τους ονόματα *Lavendula vera*, *Sedum acre*, *Armeria maritima*, *Saponaria officinalis*. Στον χρονικό ορίζοντα που εξετάζουμε δεν θα χρειαστεί να επαναληφθεί η ενέργεια αυτή.

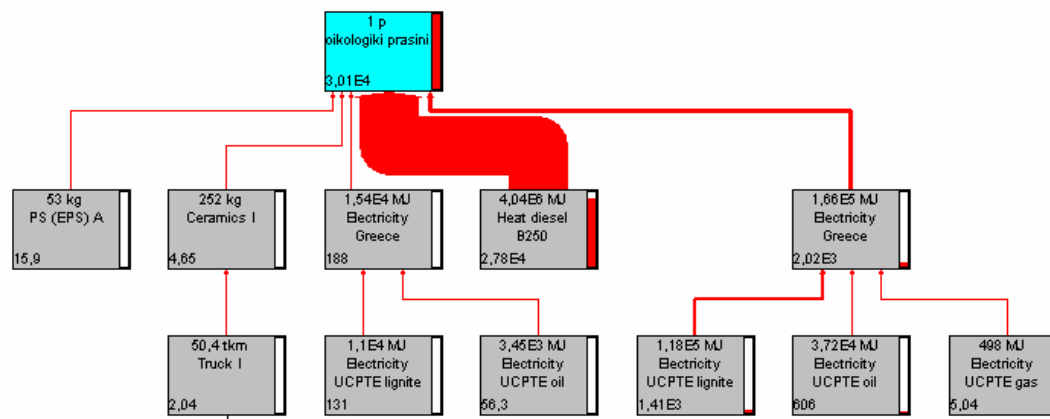
Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνεται η απογραφή των δεδομένων εισόδου για την συμβατική ταράτσα με σκοπό οι επιπτώσεις να είναι αποτέλεσμα της κατασκευής και της χρήσης της πράσινης ταράτσας. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να ερμηνευτούν τα αποτελέσματα της απογραφής των δεδομένων η έτοιμη μέθοδος Eco-indicator 99.

Πίνακας 8.3: Διεργασίες οικολογικής πράσινης ταράτσας

Name		Comment	
oikologiki prasini		kataskevi kai xrisi taratsas	
Materials/Assemblies	Amount	Unit	Comment
PS (EPS) A	53	kg	mia efarmogi sta 50 xronia (memvrani)
Ceramics I	252	kg	mia efarmogi sta 50 xronia (apostragisi)
Processes	Amount	Unit	Comment
potismenos kipos	240	m2	Ekfrasmena ta potismena m ²
Electricity Greece	4284	kWh	10 lampes 60 W gia 50 xronia (3h/day 34weeks/year)
Heat diesel B250	4040600	MJ	4040600 MJ (11% savings se sxesi me symvatiki)
Electricity Greece	46080	kWh	46080 kwh (36% savings se sxesi me symvatiki)

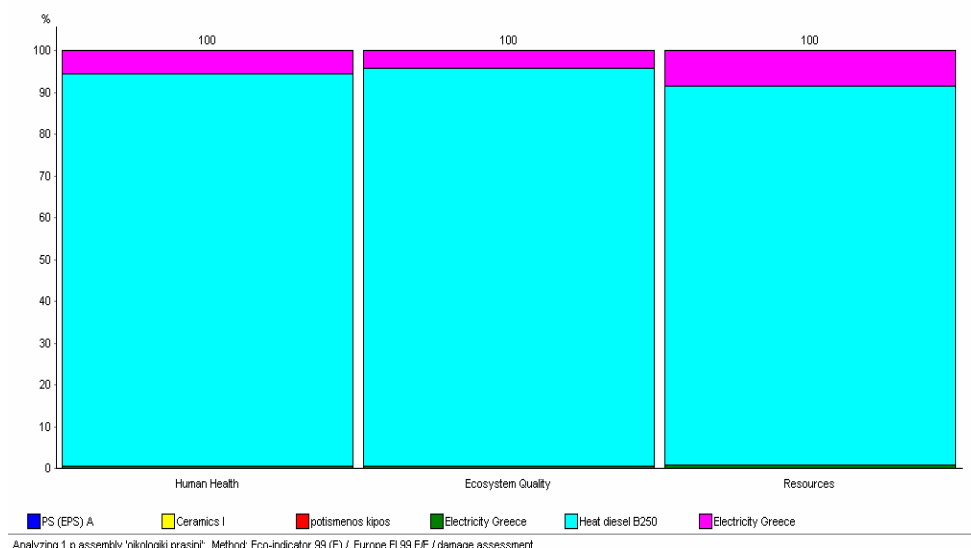
Τα αποτελέσματα για τις διεργασίες στην συμβατική ταράτσα παρουσιάζονται στο σχεδιάγραμμα που ακολουθεί. Η διεργασία με τις μεγαλύτερες επιπτώσεις φαίνεται με τη γραμμή μεγαλύτερου πάχους που επιλέγεται από το πρόγραμμα για να τονίσει την σημαντικότητά της. Παρατηρώντας το διάγραμμα 6 η διαδικασία που ξεχωρίζει είναι η χρήση πετρελαίου

Διάγραμμα 8.7: Οικολογική πράσινη ταράτσα



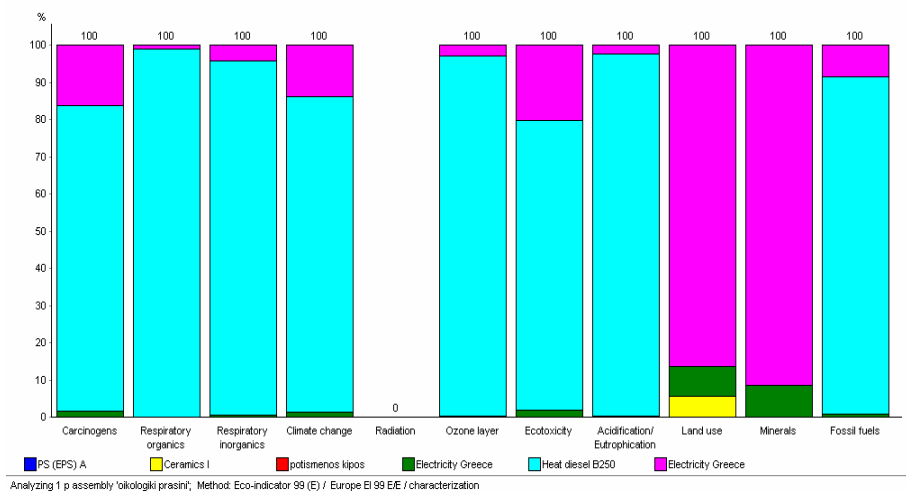
Όπως και για τη συμβατική ταράτσα έτσι και για την κατασκευή της πράσινης θα εξεταστούν τα στάδια αξιολόγησης επιπτώσεων. Στο πρώτο στάδιο αξιολόγησης επιπτώσεων οι τρεις ευρύτερες κατηγορίες που επηρεάζονται από την υπό εξέταση διεργασία με τον τίτλο συμβατική ταράτσα. Στις περισσότερες κατηγορίες οι μεγαλύτερες επιπτώσεις προέρχονται από τη χρήση πετρελαίου. Το διάγραμμα βοηθά να εντοπίσουμε και τις κατηγορίες όπου το πετρέλαιο ως πρώτη ύλη δεν έχει καμία επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Διάγραμμα 8.8: Συμβατική πράσινη ταράτσα, Χαρακτηρισμός κατηγοριών επιπτώσεων



Στο τελευταίο διάγραμμα σημειώνεται το ποσοστό συμμετοχής για κάθε μία από τις διεργασίες ανάλογα την τυπική κατηγορία επιπτώσεων που εξετάζεται. Όπως ήταν αναμενόμενο η χρήση του πετρελαίου έχει τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική επίπτωση στις περισσότερες κατηγορίες.

Διάγραμμα 8.9: Συμβατική πράσινη τaráτσα, Αποτέλεσμα διεργασίας ανά κατηγορία επίπτωσης.



8.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων μεταξύ των τριών διαφορετικών τύπων ταρατσών.

Τα βασικότερο αποτέλεσμα της συγκριτικής μελέτης μπορεί να συμπυκνωθεί στο εξής: η πράσινη τaráτσα είναι περιβαλλοντικά φιλικότερη σε σχέση με την

συμβατική και η πράσινη τaráτσα εντατικού τύπου είναι περισσότερο φιλική από την εκτατικού τύπου.

Η εγκατάσταση πράσινης τaráτσας έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αφού ένα από τα βασικότερα χαρακτηριστικά της είναι η αποτελεσματικότερη μόνωση με τη χρήση όχι μόνο της μονωτικής μεμβράνης αλλά και του εδαφικού μέσου ανάπτυξης των φυτών.

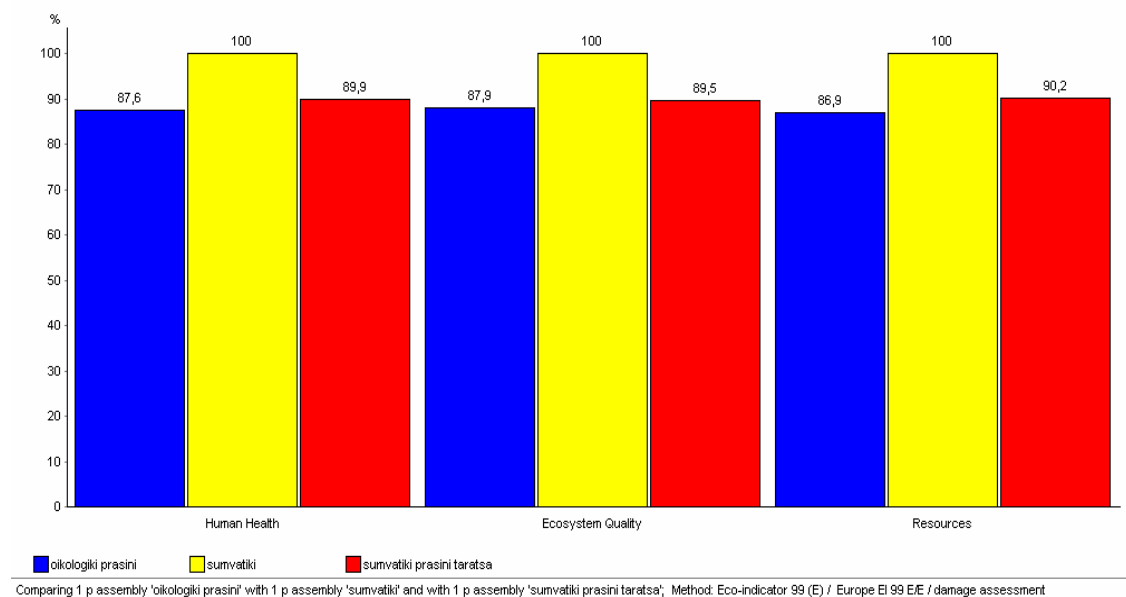
Η μείωση της ενέργειας έχει αξιόλογα αποτελέσματα σε πλήθος περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό περιβαλλοντικής υποβάθμισης προέρχεται από της χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου.

Η μέθοδος Eco-indicator 99 δίνει τη δυνατότητα να γίνει σύγκριση μεταξύ διαφορετικών προϊόντων. Στην περίπτωση μελέτης που εξετάζουμε τόσο η απουσία φύτευσης στη τaráτσα όσο και η χρήση συμβατικών ή οικολογικών υλικών στην κατασκευή της πράσινης τaráτσας αποτελούν διαφορετικά προϊόντα υπό εξέταση.

Στο διάγραμμα 8.10 φαίνεται η συμβολή κάθε μιας από τις προηγούμενες περιπτώσεις, αναφορικά με τις επιπτώσεις ταξινομημένες στις τρεις μεγάλες κατηγορίες. Από την μελέτη του διαγράμματος φαίνεται πως η συμβατική τaráτσα συγκεντρώνει τα μεγαλύτερα ποσά περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενώ η οικολογική τα μικρότερα.

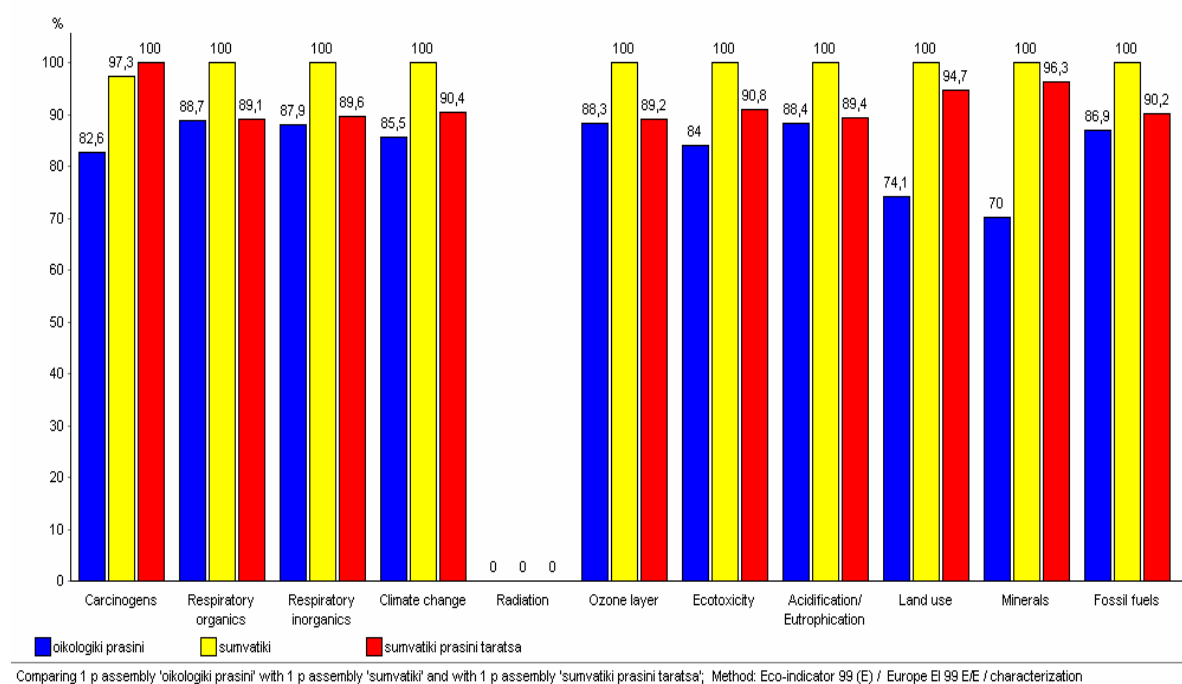
Αν και σε αρκετά σημεία οικολογική και συμβατική πράσινη τaráτσα τείνουν να ισοβαθμίσουν σχετικά με την συμβολή τους στις επιπτώσεις (δεδομένης της ίδιας αποτελεσματικότητας ως προς της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας), τα αποτελέσματα της οικολογικής πράσινης τaráτσας την καθιστούν, έστω και με μικρή διαφορά, επιλέξιμη.

Διάγραμμα 8.10: Συγκριτική εμφάνιση των ταρατσών στις τρεις κατηγορίες.



Το ίδιο αποδεικνύει και το επόμενο διάγραμμα, στο οποίο εμφανίζονται αναλυτικά οι κατηγορίες επιπτώσεων. Η μείωση της ενέργειας και η χρήση οικολογικών πρώτων υλών καθιστά την περίπτωση της οικολογικής πράσινης τάρτσας σαφώς πιο φιλική στο περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Διάγραμμα 8.11: Σύγκριση ταρατσών ανά κατηγορία περιβαλλοντικών επιπτώσεων



Τέλος η εργασία απέδειξε πως η πρακτική εγκατάστασης μιας πράσινης τaráτσας μπορεί να έχει εντυπωσιακότερα αποτελέσματα ως προς τις διάφορες κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων με την προσεκτικότερη επιλογή πρώτων υλών κατασκευής. Η περίπτωση της οικολογικής πράσινης τaráτσας έχει την ίδια αποτελεσματικότητα σχετικά με την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης χωρίς να επιβαρύνει το οικοσύστημα ή την ανθρώπινη υγεία.

Οι πράσινες τaráτσες μπορεί να είναι ένα σημαντικό βήμα για την αντιμετώπιση της ενεργειακής κρίσης παραγόμενη από ορυκτά καύσιμα αλλά μπορούν να έχουν και άλλες περιβαλλοντικές θετικές επιπτώσεις.

9 Συμπεράσματα

Η πράσινη ταράτσα δηλαδή μια ταράτσα που έχει καλυφθεί από ζωντανά φυτά, είναι ένα από τα αποτελεσματικότερα εργαλεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορεί να εξυγιάνει τις σύγχρονες αστικές περιοχές. Οι πράσινες ταράτσες είναι γνωστή τεχνική σε αρκετές χώρες για πολλά χρόνια. Τις τελευταίες δεκαετίες δεδομένου της αλλαγής του κλίματος και του όλο και αυξανόμενου φαινομένου της αστικής θερμονησίδας αλλά και εξαιτίας ελάχιστων νέων ανοιχτών, αδόμητων περιοχών στα όρια μιας πόλης, οι αναφορές για τον οικολογικό χαρακτήρα των πράσινων ταρατσών και την συνεισφορά τους στον ενεργειακό τομέα συνεχώς και πληθαίνουν. Η εγκατάσταση μια πράσινης ταράτσας έχει θετικές επιπτώσεις τόσο στην οικονομία όσο και στο φυσικό περιβάλλον και τον άνθρωπο.

Στις Μεσογειακές περιοχές οι οριζόντιες κτισμένες επιφάνειες, όπως οι ταράτσες, δέχονται τη μεγαλύτερη θερμική πίεση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και απαιτούν ιδιαίτερα μέτρα για να αποφεύγεται η θερμική απώλεια κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι πράσινες ταράτσες μπορούν να προσφέρουν λύσεις στα προβλήματα που μόλις αναφέρθηκαν. Τα επιπλέον στρώματα που τοποθετούνται κατά την εγκατάσταση μιας πράσινης ταράτσας είναι ίσως η καλύτερη τεχνική για όλες τις κλιματικές συνθήκες.

Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για την θέρμανση και τον κλιματισμό του κτιρίου είναι η σημαντικότερη κίνηση για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής του καθώς η κατανάλωση ενέργειας αποφέρει τα περισσότερα αρνητικά αποτελέσματα.

Ως αποτέλεσμα της μειωμένης ηλιακής κατανάλωσης από τις εξωτερικές επιφάνειες τους καλοκαιρινούς μήνες και την συγκράτηση της θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα η ενέργεια μειώνεται κατά 36% και 11% αντίστοιχα.

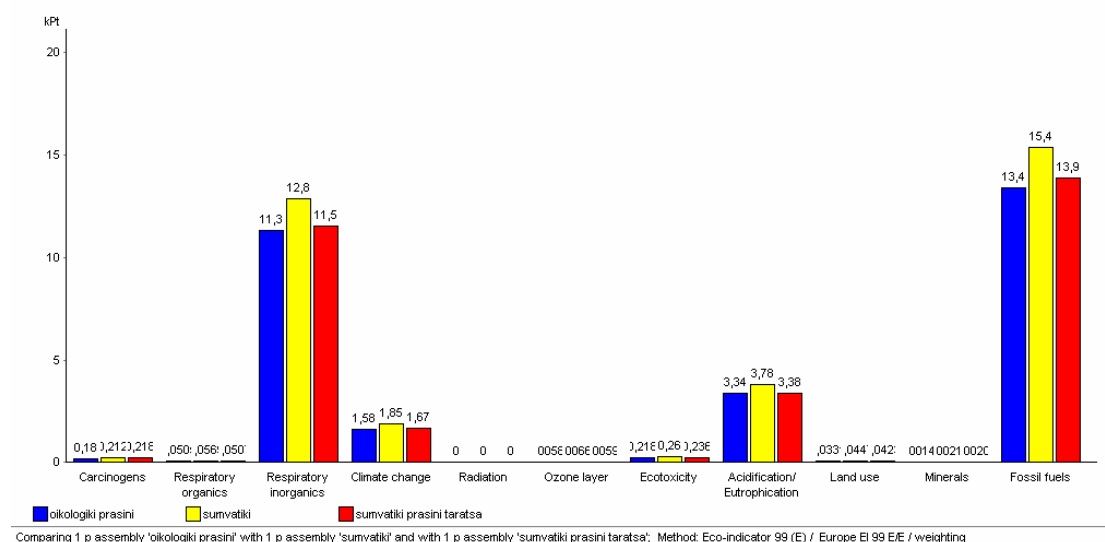
Η μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ανά κατηγορία κυμαίνεται από 5 έως 25% με το μεγαλύτερο ποσοστό στην χρήση πρώτων υλών. Πιο ειδικά τα μεγαλύτερα ποσοστά μείωσης εμφανίζονται στις κατηγορίες τοξικότητα για το περιβάλλον,

κλιματική αλλαγή, χρήση γης και κατανάλωση ορυκτών πρώτων υλών. Στην κατηγορία της τοξικότητας καμία ταράτσα δεν έχει επίπτωση.

Σε αυτή τη μελέτη γίνεται μια προσπάθεια να υπολογιστούν οι επιπτώσεις του κύκλου ζωής της συμβατικής ταράτσας και τις πράσινης. Μέσα από τη μέθοδο Eco indicator 99 διαπιστώνονται οι κατηγορίες που δέχονται τις μεγαλύτερες πιέσεις και κατά πόσο διαφοροποιούνται μετά την εγκατάσταση μιας πράσινης ταράτσας.

Παράλληλα με τα προηγούμενα εξετάζεται μια πράσινη ταράτσα με φιλικότερα προς το περιβάλλον υλικά και η αποτελεσματικότητά της στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και των αρνητικών επιπτώσεων σε όλες τις κατηγορίες που αναφέρονται στη συνέχεια.

Διάγραμμα 9.1: Επιπτώσεις για συμβατική, συμβατική πράσινη και οικολογική πράσινη ταράτσα.



Η εγκατάσταση μιας πράσινης ταράτσας όμως έχει θετικά αποτελέσματα και σε τομείς που δύσκολα ποσοτικοποιούνται. Τα φυτά επηρεάζουν το κλίμα μιας περιοχής

και εντονότερα το μικροκλίμα γύρω από το φυτεμένο σημείο. Τα φυλλώματα προστατεύουν τα κτίρια από την ηλιακή ενέργεια, ελέγχουν την θερμοκρασία και την υγρασία στο εσωτερικό τους και προστατεύουν το κτίριο από τους ανέμους. Σε πυκνοδομημένα σημεία με πράσινες ταρατσες ο ατμοσφαιρικός αέρας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία και κινείται σε χαμηλότερα επίπεδα.

Οι πράσινες ταρατσες έχουν θετικό αποτέλεσμα και σε μερικές ακόμα κατηγορίες. Η μεγαλύτερη απορρόφηση του νερού της βροχής, η αύξηση της βιοποικιλότητας, η μείωση της ηχορύπανσης, και η αισθητική αναβάθμιση είναι μερικά από αυτές.

Σκοπός της εργασίας δεν ήταν να αποδείξει πως η φύτευση των ταρατσών μπορεί να αντικαταστήσει το δάσος και τους ανοικτούς φυτεμένους χώρους στο κέντρο μιας αστικής περιοχής αλλά προτείνει εναλλακτικές πρακτικές και να διαπιστώσει την αποτελεσματικότητά τους. Η εγκατάσταση μιας πράσινης ταρατσας είναι μιας από αυτές.

Παράρτημα

Πίνακας 7: Απογραφή αποτελεσμάτων για τη συμβατική τaráτσα

No	Substance	Compartment	Unit	Total	Electricity Greece	Heat diesel B250
1	baryte	Raw	kg	21,4	21,4	x
2	bauxite	Raw	kg	2,97	2,97	x
3	bentonite	Raw	kg	8,53	8,53	x
4	chromium (in ore)	Raw	g	206	206	x
5	coal ETH	Raw	kg	1260	384	872
6	cobalt (in ore)	Raw	μg	365	365	x
7	copper (in ore)	Raw	kg	1,35	1,35	x
8	crude oil ETH	Raw	tn.lg	112	4,4	107
9	energy from hydro power	Raw	MWh	6,22	6,22	x
10	gas from oil production	Raw	m3	217	217	x
11	iron (in ore)	Raw	kg	96,2	96,2	x
12	lead (in ore)	Raw	g	9,27	9,27	x
13	lignite ETH	Raw	tn.lg	74,7	73,5	1,14
14	manganese (in ore)	Raw	g	117	117	x
15	marl	Raw	kg	402	402	x
16	methane (kg)	Raw	kg	13,2	13,2	x
17	molybdene (in ore)	Raw	μg	108	108	x
18	natural gas ETH	Raw	m3	5610	117	5490
19	nickel (in ore)	Raw	g	91,6	91,6	x
20	palladium (in ore)	Raw	μg	4,44	4,44	x
21	platinum (in ore)	Raw	μg	10,5	10,5	x
22	pot. energy hydropower	Raw	MWh	1,41	x	1,41
23	rhenium (in ore)	Raw	μg	2,22	2,22	x
24	rhodium (in ore)	Raw	μg	3,32	3,32	x
25	rock salt	Raw	kg	10,3	10,3	x
26	silver	Raw	g	13,2	13,2	x
27	tin (in ore)	Raw	g	7,32	7,32	x
28	uranium (in ore)	Raw	g	105	26,6	78,8
29	water	Raw	kton	3,65	3,65	x
30	wood	Raw	kg	18,8	10,3	8,55
31	zeolite	Raw	g	311	311	x
32	zinc (in ore)	Raw	g	2,05	2,05	x
33	1,2-dichloroethane	Air	mg	43,8	43,8	x
34	acetaldehyde	Air	g	38,5	38,5	x
35	acetic acid	Air	g	155	155	x
36	acetone	Air	g	38,5	38,5	x
37	acrolein	Air	mg	2,66	2,66	x
38	Al	Air	g	435	435	x
39	aldehydes	Air	mg	21,2	21,2	x
40	alkanes	Air	g	370	370	x
41	alkenes	Air	g	140	140	x
42	ammonia	Air	g	48,9	39,1	9,76
43	As	Air	g	2,49	2,49	x
44	B	Air	kg	2,42	2,42	x

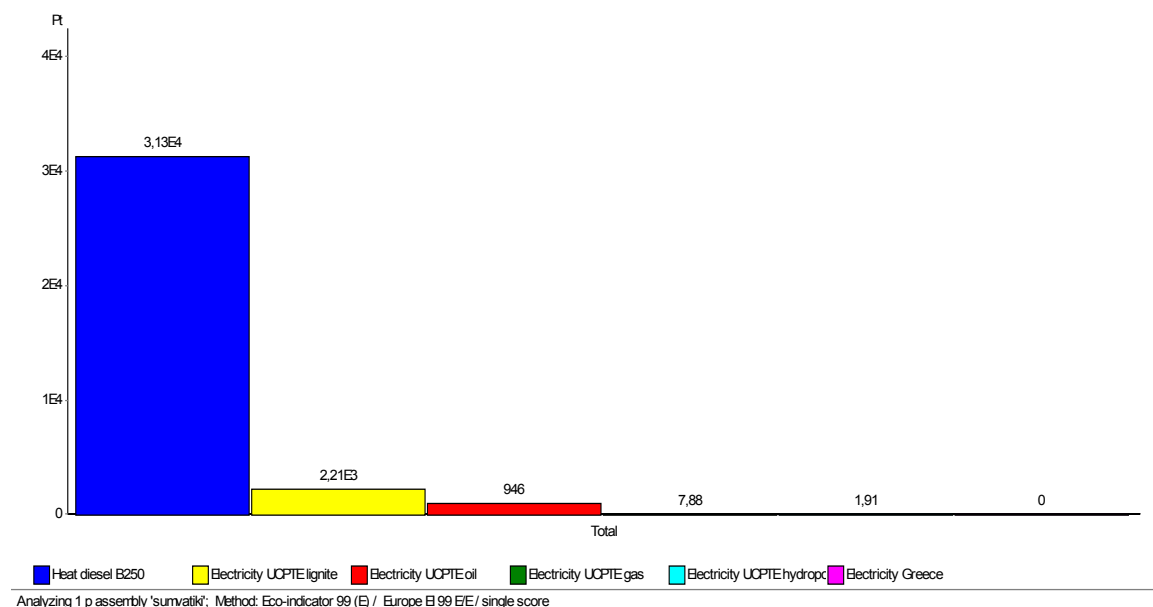
45	Ba	Air	g	9,94	9,94	x
46	Be	Air	mg	91,9	91,9	x
47	benzaldehyde	Air	μg	912	912	x
48	benzene	Air	oz	457	1,5	455
49	benzo(a)pyrene	Air	mg	5,69	5,69	x
50	Br	Air	g	51,7	51,7	x
51	butane	Air	g	336	336	x
52	butene	Air	g	7,58	7,58	x
53	Ca	Air	kg	1,79	1,79	x
54	Cd	Air	g	5,55	2,06	3,49
55	CFC-116	Air	mg	124	124	x
56	CFC-14	Air	mg	992	992	x
57	CO	Air	kg	1980	10,7	1970
58	CO2	Air	tn.lg	435	81,2	353
59	cobalt	Air	g	9,7	9,7	x
60	Cr	Air	g	5,21	5,21	x
61	Cu	Air	g	17	17	x
62	CxHy	Air	mg	2,11	2,11	x
63	CxHy aromatic	Air	oz	75,9	0,0611	75,8
64	CxHy chloro	Air	mg	2,06	x	2,06
65	cyanides	Air	mg	4,26	4,26	x
66	dioxin (TEQ)	Air	μg	3,06	3,06	x
67	dust	Air	kg	148	x	148
68	dust (coarse)	Air	kg	118	118	x
69	ethane	Air	g	124	124	x
70	ethanol	Air	g	77	77	x
71	ethene	Air	g	17,6	17,6	x
72	ethylbenzene	Air	g	140	140	x
73	ethyne	Air	mg	99,6	99,6	x
74	Fe	Air	g	511	511	x
75	formaldehyde	Air	g	156	156	x
76	H2S	Air	g	4,12	4,12	x
77	HALON-1301	Air	g	27,2	1,07	26,1
78	HCl	Air	oz	420	394	25,9
79	heptane	Air	g	75,8	75,8	x
80	hexane	Air	g	160	160	x
81	HF	Air	oz	43,8	41,1	2,71
82	Hg	Air	g	2,94	2,58	0,359
83	I	Air	g	43,1	43,1	x
84	K	Air	g	55,5	55,5	x
85	La	Air	mg	271	271	x
86	metals	Air	kg	1,13	x	1,13
87	methane	Air	kg	469	32,1	437
88	methanol	Air	g	77,3	77,3	x
89	Mg	Air	g	272	272	x
90	Mn	Air	g	5,46	5,17	0,294
91	Mo	Air	g	2,94	2,94	x
92	N2O	Air	oz	329	23,3	306
93	Na	Air	g	194	194	x
94	Ni	Air	g	248	75,3	173
95	non methane VOC	Air	kg	2270	33,8	2240
96	NOx	Air	kg	132	132	x

97	NOx (as NO2)	Air	tn.lg	6,36	x	6,36
98	P	Air	g	6,6	6,6	x
99	PAH's	Air	g	3,66	0,953	2,71
100	Pb	Air	g	30,5	11,3	19,2
101	pentane	Air	g	498	498	x
102	phenol	Air	mg	42,6	42,6	x
103	propane	Air	g	352	352	x
104	propene	Air	g	25,1	25,1	x
105	propionic acid	Air	mg	86,2	86,2	x
106	Pt	Air	ng	647	647	x
107	Sb	Air	g	1,18	1,18	x
108	Sc	Air	mg	44,5	44,5	x
109	Se	Air	g	15,6	15,6	x
110	silicates	Air	kg	4,29	4,29	x
111	Sn	Air	mg	148	148	x
112	SO2	Air	kg	494	494	x
113	SOx (as SO2)	Air	kg	541	x	541
114	Sr	Air	g	10,5	10,5	x
115	Th	Air	mg	446	446	x
116	Ti	Air	g	9,7	9,7	x
117	Tl	Air	mg	2,37	2,37	x
118	toluene	Air	g	114	114	x
119	U	Air	mg	156	156	x
120	V	Air	g	274	274	x
121	vinyl chloride	Air	mg	25	25	x
122	xylene	Air	g	593	593	x
123	Zn	Air	g	140	24,6	115
124	Zr	Air	mg	2,43	2,43	x
125	Acid as H+	Water	mg	609	609	x
126	Ag	Water	mg	134	134	x
127	Al	Water	oz	72,7	22	50,8
128	alkanes	Water	g	29,1	29,1	x
129	alkenes	Water	g	2,64	2,64	x
130	anorg. dissolved subst.	Water	tn.lg	2,08	x	2,08
131	AOX	Water	g	22,3	0,774	21,5
132	As	Water	g	8,59	1,43	7,16
133	B	Water	g	8,11	8,11	x
134	Ba	Water	oz	508	21,5	487
135	baryte	Water	kg	4,16	4,16	x
136	Be	Water	μg	338	338	x
137	benzene	Water	g	29,1	29,1	x
138	BOD	Water	g	502	10,5	492
139	calcium compounds	Water	kg	8,25	8,25	x
140	Cd	Water	g	6,35	0,281	6,07
141	chlorobenzenes	Water	ng	68,5	68,5	x
142	Cl-	Water	kg	3050	125	2920
143	Co	Water	g	1,23	1,23	x
144	COD	Water	oz	574	6,49	568
145	Cr	Water	g	68,8	8,36	60,4
146	Cr (VI)	Water	mg	1,24	1,24	x
147	crude oil	Water	g	10,7	10,7	x
148	Cs	Water	mg	224	224	x

149	Cu	Water	g	20,4	3,54	16,9
150	CxHy	Water	kg	5,32	5,32	x
151	CxHy aromatic	Water	oz	169	4,75	164
152	CxHy chloro	Water	g	4,82	0,0264	4,79
153	cyanide	Water	g	23	1,43	21,6
154	dichloroethane	Water	mg	21,9	21,9	x
155	dichloromethane	Water	mg	198	198	x
156	dissolved organics	Water	g	1,72	1,72	x
157	dissolved substances	Water	g	269	269	x
158	DOC	Water	g	2,59	x	2,59
159	ethyl benzene	Water	g	5,37	5,37	x
160	Fe	Water	kg	123	120	3,07
161	fluoride ions	Water	g	11	11	x
162	formaldehyde	Water	µg	710	710	x
163	glutaraldehyde	Water	mg	514	514	x
164	H2S	Water	mg	122	122	x
165	Hg	Water	mg	57,8	3,77	54
166	HOCL	Water	g	324	324	x
167	I	Water	g	22,4	22,4	x
168	K	Water	kg	1,26	1,26	x
169	Kjeldahl-N	Water	kg	2,03	x	2,03
170	metallic ions	Water	kg	33,6	x	33,6
171	Mg	Water	g	873	873	x
172	Mn	Water	g	26,5	26,5	x
173	Mo	Water	g	2,09	2,09	x
174	N-tot	Water	oz	428	15	413
175	Na	Water	kg	73,8	73,8	x
176	NH4+	Water	kg	12	x	12
177	Ni	Water	g	26,3	3,87	22,4
178	nitrate	Water	oz	133	5,64	127
179	oil	Water	kg	146	x	146
180	P-tot	Water	mg	4,76	4,76	x
181	PAH's	Water	g	74,3	2,91	71,4
182	Pb	Water	g	20,7	5,89	14,8
183	phenol	Water	g	32,9	32,9	x
184	phenols	Water	g	724	x	724
185	phosphate	Water	g	181	39,3	142
186	S	Water	g	6,84	6,84	x
187	salt	Water	kg	262	262	x
188	Sb	Water	mg	19,1	19,1	x
189	Se	Water	g	3,28	3,28	x
190	Si	Water	mg	99,1	99,1	x
191	Sn	Water	mg	11,3	11,3	x
192	SO3	Water	mg	373	373	x
193	Sr	Water	kg	1,36	1,36	x
194	sulphate	Water	kg	103	x	103
195	sulphates	Water	kg	258	258	x
196	sulphide	Water	g	172	x	172
197	suspended substances	Water	kg	325	13	312
198	Ti	Water	g	36,8	36,8	x
199	TOC	Water	kg	52	1,74	50,3
200	toluene	Water	g	675	26,4	649

201	tributyltin	Water	mg	317	317	x
202	trichloroethene	Water	mg	3,76	3,76	x
203	V	Water	g	3,45	3,45	x
204	W	Water	mg	5,16	5,16	x
205	xylene	Water	g	21	21	x
206	Zn	Water	g	73,1	9,24	63,9
207	final waste (inert)	Solid	kg	655	655	x
208	high active nuclear waste	Solid	cm3	4,53	4,53	x
209	low,med. act. nucl. waste	Solid	cu.in	824	824	x
210	produc. waste (not inert)	Solid	tn.lg	5,54	5,54	x
211	heat losses to air	Non mat.	MWh	157	157	x
212	heat losses to soil	Non mat.	MJ	174	174	x
213	heat losses to water	Non mat.	MWh	30,3	30,3	x
214	land use II-III	Non mat.	m2a	709	709	x
215	land use II-IV	Non mat.	m2a	60,8	60,8	x
216	land use III-IV	Non mat.	m2a	40,1	40,1	x
217	land use IV-IV	Non mat.	m2a	0,114	0,114	x
218	radioactive substance to air	Non mat.	kBq	9180000	2320000	6860000
219	radioactive substance to water	Non mat.	kBq	87000	21400	65600

Διάγραμμα 16: Συμμετοχή των υλικών συμβατικής ταρατσας στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



Πίνακας 8: Απογραφή αποτελεσμάτων για τη συμβατική πράσινη ταρατσα

No	Substance	Compartment	Unit	Total	PS (EPS) A	HDPE A	Fertilizer- N I	Fertilizer- P I	potismenos kipos	Electricity Greece	Heat diesel B250	Electricity Greece
1	air	Raw	kg	13	4	8,95	x	x	x	x	x	x
2	baryte	Raw	oz	709	0	0	1	2	x	224	x	483
3	bauxite	Raw	oz	196	2	95,2	0	0	x	31	x	67
4	bentonite	Raw	oz	283	0	0,07	0	1	x	90	x	193
5	calcium sulphate	Raw	mg	###	##	187	x	x	x	x	x	x
6	chalk	Raw	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
7	chromium (in ore)	Raw	g	194	0	0	0	1	x	61	x	132
8	clay minerals	Raw	mg	###	##	815	x	x	x	x	x	x
9	coal	Raw	kg	9,1	x	x	9	x	x	x	x	x
10	coal ETH	Raw	kg	###	x	x	14	44	x	114	776	246
11	cobalt (in ore)	Raw	μg	344	x	x	0	1	x	109	x	234
12	copper (in ore)	Raw	g	###	x	x	1	4	x	402	x	866
13	crude oil	Raw	g	1,2	x	x	1	x	x	x	x	x
14	crude oil ETH	Raw	kg	###	x	x	1	3	x	###	####	2860
15	crude oil IDEMAT	Raw	kg	1,4	x	x	1	x	x	x	x	x
16	dolomite	Raw	mg	647	##	120	x	x	x	x	x	x
17	energy (undef.)	Raw	MJ	830	1	4,19	##	x	x	x	x	x
18	energy from biomass	Raw	MJ	2,8	1	2,28	x	x	x	x	x	x
19	energy from coal	Raw	MJ	315	##	184	x	x	x	x	x	x
20	energy from hydro power	Raw	MJ	###	6	75,2	1	5	x	###	x	####
21	energy from hydrogen	Raw	MJ	17	6	11,3	x	x	x	x	x	x
22	energy from lignite	Raw	MJ	26	18	7,75	x	x	x	x	x	x
23	energy from natural gas	Raw	GJ	4,4	3	1,79	x	x	x	x	x	x
24	energy from oil	Raw	GJ	5,5	2	3,72	x	x	x	x	x	x
25	energy from peat	Raw	kJ	469	##	178	x	x	x	x	x	x
26	energy from sulphur	Raw	kJ	291	64	227	x	x	x	x	x	x
27	energy from uranium	Raw	MJ	308	58	250	0	x	x	x	x	x
28	energy from wood	Raw	kJ	1,6	1	1	x	x	x	x	x	x
29	energy recovered	Raw	MJ	-206	##	-48	x	x	x	x	x	x
30	feldspar	Raw	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
31	ferromanganese	Raw	mg	48	39	8,81	x	x	x	x	x	x
32	fluorspar	Raw	g	49	1	48,4	x	x	x	x	x	x
33	gas from oil production	Raw	cu.yd	267	x	x	0	0	x	85	x	182
34	granite	Raw	g	46	0	46,2	x	x	x	x	x	x
35	gravel	Raw	mg	194	##	35,8	x	x	x	x	x	x
36	iron (in ore)	Raw	lb	200	0	0,03	0	1	x	63	x	136
37	iron (ore)	Raw	mg	15	x	x	15	x	x	x	x	x
38	KCl	Raw	mg	217	##	77,3	x	x	x	x	x	x
39	lead (in ore)	Raw	g	8,9	0	0,03	0	0	x	2,8	x	5,93
40	lignite ETH	Raw	kg	###	x	x	0	1	x	###	1030	####
41	limestone	Raw	g	163	91	72,2	0	x	x	x	x	x

42	manganese (in ore)	Raw	g	110	x	x	0	0	x	35	x	74,8
43	marl	Raw	lb	833	x	x	1	2	x	263	x	567
44	methane (kg)	Raw	oz	452	x	x	4	11	x	139	x	299
45	molybdene (in ore)	Raw	µg	102	x	x	0	0	x	32	x	69,2
46	NaCl	Raw	oz	92	4	87,8	x	x	x	x	x	x
47	natural gas	Raw	kg	702	x	x	##	97	x	x	x	x
48	natural gas ETH	Raw	m3	###	x	x	8	24	x	35	4890	74,8
49	nickel (in ore)	Raw	g	86	0	0	0	0	x	27	x	58,6
50	nitrogen	Raw	kg	6,6	2	4,91	x	x	x	x	x	x
51	olivine	Raw	mg	492	##	91	x	x	x	x	x	x
52	oxygen	Raw	g	5,3	2	2,96	x	x	x	x	x	x
53	palladium (in ore)	Raw	µg	4,2	x	x	0	0	x	1,3	x	2,84
54	phosphate (as P2O5)	Raw	mg	45	16	29,2	x	x	x	x	x	x
55	platinum (in ore)	Raw	µg	10	x	x	0	0	x	3,1	x	6,72
56	pot. energy hydropower	Raw	MWh	1,3	x	x	x	x	x	x	1,26	x
57	rhenium (in ore)	Raw	µg	2,1	x	x	0	0	x	0,7	x	1,42
58	rhodium (in ore)	Raw	µg	3,2	x	x	0	0	x	1	x	2,13
59	rock salt	Raw	oz	343	x	x	0	1	x	108	x	233
60	rutile	Raw	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
61	sand	Raw	g	18	6	11,3	x	x	x	x	x	x
62	shale	Raw	g	3,1	3	0,53	x	x	x	x	x	x
63	silver	Raw	g	12	x	x	0	0	x	3,9	x	8,42
64	sulphur (bonded)	Raw	g	15	3	11,9	x	x	x	x	x	x
65	sulphur (elemental)	Raw	g	31	7	24,5	x	x	x	x	x	x
66	tin (in ore)	Raw	g	6,9	x	x	0	0	x	2,2	x	4,68
67	uranium (in ore)	Raw	g	96	x	x	0	0	x	7,9	70,1	17
68	water	Raw	tn.lg	###	x	x	1	3	x	###	x	2300
69	water (cooling)	Raw	tn.lg	6,2	4	2,53	x	x	x	x	x	x
70	water (drinking, for process.)	Raw	kg	###	##	218	x	x	###	x	x	x
71	water (process)	Raw	kg	28	12	16	x	x	x	x	x	x
72	water (sea, for cooling)	Raw	tn.lg	6,8	6	1,3	x	x	x	x	x	x
73	water (sea, for processing)	Raw	kg	35	28	7,78	x	x	x	x	x	x
74	water (surface, for cooling)	Raw	kg	21	8	12,7	x	x	x	x	x	x
75	water (surface, for process.)	Raw	g	389	##	162	x	x	x	x	x	x
76	water (well, for cooling)	Raw	g	317	##	201	x	x	x	x	x	x
77	water (well, for processing)	Raw	g	6	2	3,89	x	x	x	x	x	x
78	wood	Raw	oz	629	x	x	5	17	x	108	268	232
79	zeolite	Raw	g	292	x	x	0	0	x	92	x	199
80	zinc (in ore)	Raw	g	2	0	0	0	0	x	0,6	x	1,31
81	1,2-dichloroethane	Air	mg	42	0	0	0	0	x	13	x	28,1
82	acetaldehyde	Air	g	36	x	x	0	0	x	12	x	24,7
83	acetic acid	Air	g	145	x	x	0	0	x	46	x	99
84	acetone	Air	g	36	x	x	0	0	x	12	x	24,7
85	acrolein	Air	mg	2,5	x	x	0	0	x	0,8	x	1,7
86	Al	Air	g	411	x	x	1	2	x	129	x	278
87	aldehydes	Air	mg	21	0	0,26	0	0	x	6,3	x	13,6

88	alkanes	Air	g	347	x	x	0	0	x	110	x	237
89	alkenes	Air	g	131	x	x	0	0	x	42	x	89,3
90	ammonia	Air	g	500	0	0	##	0	x	12	8,69	25
91	As	Air	g	2,4	x	x	0	0	x	0,7	x	1,6
92	B	Air	oz	80	x	x	0	0	x	25	x	54,6
93	Ba	Air	g	9,4	x	x	0	0	x	3	x	6,36
94	Be	Air	mg	87	x	x	0	0	x	27	x	58,8
95	benzaldehyde	Air	μg	860	x	x	1	4	x	271	x	584
96	benzene	Air	oz	406	x	x	0	0	x	0,4	405	0,96
97	benzo(a)pyrene	Air	mg	5,6	x	x	0	0	x	1,7	x	3,64
98	Br	Air	g	49	x	x	0	0	x	15	x	33,1
99	butane	Air	g	317	x	x	0	1	x	100	x	215
100	butene	Air	g	7,1	x	x	0	0	x	2,3	x	4,85
101	Ca	Air	oz	59	x	x	0	0	x	19	x	40,4
102	Cd	Air	g	5	x	x	0	0	x	0,6	3,11	1,32
103	CFC-116	Air	mg	117	x	x	0	1	x	37	x	79,3
104	CFC-14	Air	mg	936	x	x	1	5	x	295	x	635
105	CFC (soft)	Air	mg	27	23	3,76	x	x	x	x	x	x
106	Cl2	Air	mg	39	3	36,2	x	x	x	x	x	x
107	CO	Air	kg	###	0	0,06	0	0	x	3,2	1750	6,83
108	CO2	Air	kg	###	##	131	##	##	x	###	####	####
109	coal dust	Air	g	1,7	x	x	2	x	x	x	x	x
110	cobalt	Air	g	9,1	x	x	0	0	x	2,9	x	6,21
111	Cr	Air	g	4,9	x	x	0	0	x	1,6	x	3,34
112	CS2	Air	μg	24	19	5,13	x	x	x	x	x	x
113	Cu	Air	g	16	x	x	0	0	x	5,1	x	10,9
114	CxHy	Air	g	694	##	444	10	0	x	0	x	0
115	CxHy aromatic	Air	oz	68	0	0,38	0	0	x	0	67,5	0,04
116	CxHy chloro	Air	mg	16	8	6,29	x	x	x	x	1,83	x
117	cyanides	Air	mg	4,3	x	x	0	0	x	1,3	x	2,73
118	dioxin (TEQ)	Air	μg	2,9	x	x	0	0	x	0,9	x	1,96
119	dust	Air	lb	291	0	0,48	x	x	x	x	290	x
120	dust (coarse)	Air	lb	245	x	x	0	0	x	78	x	167
121	dust (SPM)	Air	g	408	x	x	##	##	x	x	x	x
122	ethane	Air	g	122	x	x	1	4	x	37	x	79,6
123	ethanol	Air	g	72	x	x	0	0	x	23	x	49,3
124	ethene	Air	g	17	x	x	0	0	x	5,3	x	11,3
125	ethylbenzene	Air	g	131	x	x	0	0	x	42	x	89,5
126	ethyne	Air	mg	101	x	x	2	6	x	30	x	63,8
127	F2	Air	mg	38	1	37,9	x	x	x	x	x	x
128	Fe	Air	g	481	x	x	0	1	x	152	x	327
129	fluoride	Air	g	37	x	x	x	37	x	x	x	x
130	formaldehyde	Air	g	147	x	x	0	1	x	46	x	99,7
131	H2	Air	g	12	4	7,48	x	x	x	x	x	x
132	H2S	Air	g	4,7	0	0,14	0	1	x	1,2	x	2,63
133	H2SO4	Air	ng	###	##	99	x	x	x	x	x	x
134	HALON-1301	Air	g	24	x	x	0	0	x	0,3	23,2	0,68
135	HCl	Air	oz	394	0	0,13	0	1	x	117	23	252
136	HCN	Air	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
137	heptane	Air	g	71	x	x	0	0	x	23	x	48,5
138	hexane	Air	g	150	x	x	0	0	x	48	x	102
139	HF	Air	g	###	0	0,17	1	2	x	346	68,3	745

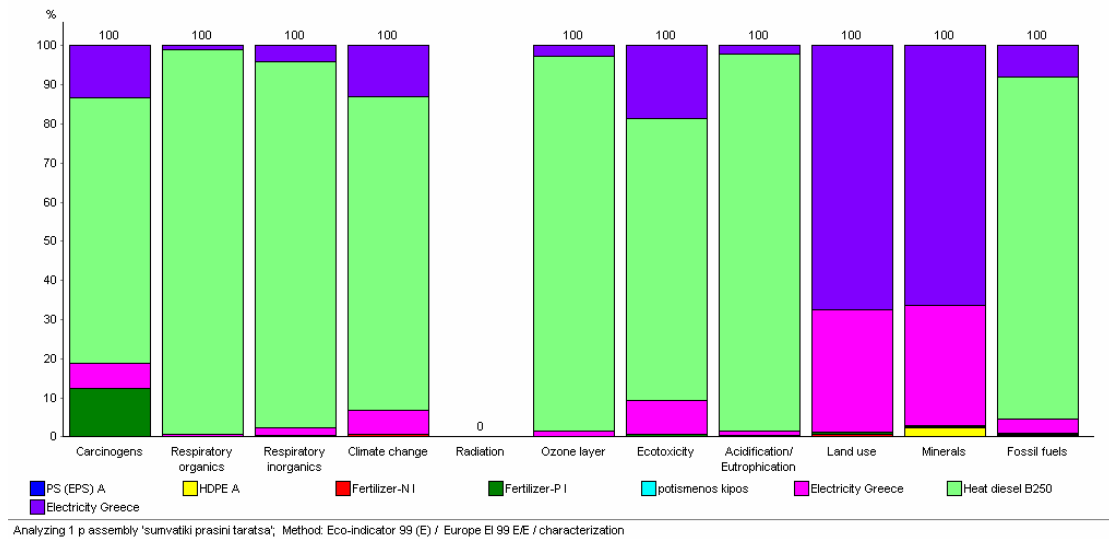
140	Hg	Air	g	2,8	0	0,03	0	0	x	0,8	0,32	1,65
141	I	Air	g	40	x	x	0	0	x	13	x	27,6
142	K	Air	g	52	x	x	0	0	x	17	x	35,5
143	La	Air	mg	255	x	x	0	1	x	81	x	173
144	mercaptans	Air	mg	6,9	5	1,48	x	x	x	x	x	x
145	metals	Air	oz	36	0	0,02	0	x	x	x	35,5	x
146	methane	Air	lb	928	1	0,94	1	1	x	21	857	45,3
147	methanol	Air	g	73	x	x	0	0	x	23	x	49,5
148	Mg	Air	g	256	x	x	0	1	x	81	x	174
149	Mn	Air	g	5,1	x	x	0	0	x	1,5	0,26	3,31
150	Mo	Air	g	2,8	x	x	0	0	x	0,9	x	1,88
151	N2O	Air	oz	417	0	0	##	0	x	6,9	272	14,9
152	Na	Air	g	182	x	x	0	0	x	58	x	124
153	Ni	Air	g	225	x	x	0	0	x	22	154	48,2
154	NO2	Air	oz	258	x	x	0	##	x	x	x	x
155	non methane VOC	Air	kg	###	x	x	0	0	x	10	1990	21,6
156	NOx	Air	lb	277	1	1,64	1	1	x	87	x	186
157	NOx (as NO2)	Air	tn.lg	5,7	x	x	x	x	x	x	5,66	x
158	organic substances	Air	mg	530	##	346	x	x	x	x	x	x
159	P	Air	g	6,2	x	x	0	0	x	2	x	4,22
160	PAH's	Air	g	3,5	0	0	0	0	x	0,3	2,41	0,61
161	Pb	Air	g	28	0	0	0	0	x	3,4	17,1	7,24
162	pentane	Air	g	468	x	x	0	1	x	148	x	318
163	phenol	Air	mg	41	x	x	0	0	x	13	x	27,3
164	phosphate	Air	g	18	x	x	x	18	x	x	x	x
165	propane	Air	g	332	x	x	1	2	x	105	x	225
166	propene	Air	g	24	x	x	0	0	x	7,5	x	16,1
167	propionic acid	Air	mg	105	x	x	6	18	x	26	x	55,2
168	Pt	Air	ng	612	x	x	1	4	x	192	x	414
169	Sb	Air	mg	###	x	x	0	1	x	350	x	752
170	Sc	Air	mg	42	x	x	0	0	x	13	x	28,5
171	Se	Air	g	15	x	x	0	0	x	4,6	x	9,99
172	silicates	Air	oz	142	x	x	0	0	x	45	x	96,8
173	Sn	Air	mg	140	x	x	0	1	x	44	x	94,9
174	SO2	Air	lb	###	x	x	0	38	x	324	x	697
175	soot	Air	mg	136	x	x	##	x	x	x	x	x
176	SOx	Air	oz	55	18	36,2	0	0	x	x	x	x
177	SOx (as SO2)	Air	kg	481	x	x	x	x	x	x	481	x
178	Sr	Air	g	9,9	x	x	0	0	x	3,1	x	6,73
179	Th	Air	mg	421	x	x	1	2	x	133	x	286
180	Ti	Air	g	9,2	x	x	0	0	x	2,9	x	6,21
181	Tl	Air	mg	2,4	x	x	0	0	x	0,7	x	1,52
182	toluene	Air	g	107	x	x	0	0	x	34	x	73
183	U	Air	mg	148	x	x	0	1	x	47	x	100
184	V	Air	g	257	x	x	0	0	x	82	x	175
185	vinyl chloride	Air	mg	24	0	0	0	0	x	7,5	x	16
186	VOC	Air	g	48	x	x	48	x	x	x	x	x
187	xylene	Air	g	557	x	x	0	1	x	177	x	380
188	Zn	Air	g	125	x	x	0	0	x	7,3	102	15,7
189	Zr	Air	mg	2,5	x	x	0	0	x	0,7	x	1,56
190	Acid as H+	Water	g	6,2	2	3,52	0	0	x	0,2	x	0,39

191	Ag	Water	mg	126	x	x	0	0	x	40	x	85,9
192	Al	Water	oz	69	0	0	1	3	x	6,5	45,2	14,1
193	alkanes	Water	g	27	x	x	0	0	x	8,7	x	18,6
194	alkenes	Water	g	2,5	x	x	0	0	x	0,8	x	1,69
195	anorg. dissolved subst.	Water	tn.lg	1,9	x	x	x	x	x	x	1,85	x
196	AOX	Water	g	20	x	x	0	0	x	0,2	19,1	0,5
197	As	Water	g	11	0	0	0	4	x	0,4	6,37	0,91
198	B	Water	g	7,7	x	x	0	0	x	2,4	x	5,19
199	Ba	Water	oz	454	x	x	0	0	x	6,4	433	13,8
200	baryte	Water	oz	138	x	x	0	0	x	44	x	94
201	Be	Water	µg	322	x	x	1	4	x	101	x	217
202	benzene	Water	g	27	x	x	0	0	x	8,7	x	18,6
203	BOD	Water	g	467	7	11,4	0	0	x	3,1	438	6,69
204	calcium compounds	Water	oz	276	x	x	1	2	x	87	x	186
205	calcium ions	Water	g	1,7	0	1,6	x	x	x	x	x	x
206	carbonate	Water	g	11	9	1,91	x	x	x	x	x	x
207	Cd	Water	g	14	x	x	0	9	x	0,1	5,4	0,18
208	chlorobenzenes	Water	ng	65	x	x	0	1	x	20	x	43,9
209	chromate	Water	µg	6,4	4	2,7	x	x	x	x	x	x
210	Cl-	Water	kg	###	0	0,03	0	1	x	37	2600	80,2
211	Cl2	Water	µg	121	94	27,4	x	x	x	x	x	x
212	Co	Water	mg	###	x	x	45	##	x	365	x	785
213	COD	Water	oz	513	1	0,53	0	0	x	1,9	505	4,15
214	Cr	Water	g	113	x	x	0	51	x	2,5	53,8	5,35
215	Cr (VI)	Water	µg	###	x	x	54	##	x	369	x	793
216	crude oil	Water	g	10	x	x	0	0	x	3,2	x	6,85
217	Cs	Water	mg	210	x	x	0	0	x	67	x	143
218	Cu	Water	g	43	0	0,01	0	24	x	1,1	15	2,26
219	CxHy	Water	oz	176	0	0,13	0	0	x	56	x	120
220	CxHy aromatic	Water	oz	151	x	x	0	0	x	1,4	146	3,04
221	CxHy chloro	Water	g	4,3	0	0	0	0	x	0	4,26	0,02
222	cyanide	Water	g	21	0	0,01	0	0	x	0,4	19,2	0,91
223	detergent/oil	Water	g	8	3	5,09	x	x	x	x	x	x
224	dichloroethane	Water	mg	21	x	x	0	0	x	6,5	x	14
225	dichloromethane	Water	mg	187	x	x	0	1	x	59	x	127
226	dissolved organics	Water	g	6,8	3	2,05	0	0	x	0,5	x	1,1
227	dissolved solids	Water	g	32	6	26,1	x	x	x	x	x	x
228	dissolved substances	Water	g	291	x	x	10	30	x	80	x	172
229	DOC	Water	g	2,3	x	x	x	x	x	x	2,31	x
230	ethyl benzene	Water	g	5	x	x	0	0	x	1,6	x	3,44
231	Fe	Water	lb	254	0	0	0	0	x	79	6,02	169
232	fluoride ions	Water	lb	221	0	0	0	##	x	0	x	0,02
233	formaldehyde	Water	µg	675	x	x	2	7	x	211	x	454
234	glutaraldehyde	Water	mg	483	x	x	0	1	x	153	x	329
235	H2	Water	mg	41	x	x	41	x	x	x	x	x
236	H2S	Water	mg	124	x	x	2	7	x	36	x	77,9
237	Hg	Water	mg	577	0	18,6	0	##	x	1,1	48,1	2,41
238	HOCL	Water	g	304	x	x	0	0	x	97	x	208
239	I	Water	g	21	x	x	0	0	x	6,7	x	14,3
240	K	Water	g	###	0	0	7	22	x	374	x	804

241	Kjeldahl-N	Water	kg	1,8	x	x	x	x	x	x	1,81	x
242	metallic ions	Water	lb	66	0	0,01	0	x	x	x	65,9	x
243	Mg	Water	g	897	0	0,22	19	60	x	260	x	558
244	Mn	Water	g	27	x	x	0	1	x	7,9	x	17
245	Mo	Water	g	2,2	x	x	0	0	x	0,6	x	1,34
246	N-tot	Water	oz	386	0	0,02	5	0	x	4,5	367	9,63
247	Na	Water	lb	153	0	0,06	0	0	x	48	x	104
248	NH4+	Water	oz	377	0	0,03	x	x	x	x	377	x
249	Ni	Water	g	41	0	0,01	0	17	x	1,2	19,9	2,48
250	nitrate	Water	oz	118	0	0,02	0	0	x	1,7	113	3,61
251	oil	Water	lb	286	x	x	0	x	x	x	286	x
252	other organics	Water	mg	292	##	120	x	x	x	x	x	x
253	P-tot	Water	mg	4,5	x	x	0	0	x	1,4	x	3,05
254	P2O5	Water	mg	337	##	78,9	x	x	x	x	x	x
255	PAH's	Water	g	66	x	x	0	0	x	0,9	63,5	1,86
256	Pb	Water	g	36	0	0	0	17	x	1,8	13,2	3,77
257	phenol	Water	g	31	0	0,29	0	0	x	9,8	x	21,1
258	phenols	Water	g	644	x	x	x	x	x	x	644	x
259	phosphate	Water	lb	167	x	x	0	##	x	0	0,28	0,06
260	S	Water	g	6,4	x	x	0	0	x	2	x	4,38
261	salt	Water	lb	541	x	x	0	0	x	172	x	369
262	Sb	Water	mg	19	x	x	0	1	x	5,7	x	12,2
263	Se	Water	g	3,6	x	x	0	0	x	1	x	2,1
264	Si	Water	mg	93	x	x	0	0	x	30	x	63,4
265	Sn	Water	mg	12	x	x	0	1	x	3,4	x	7,25
266	SO3	Water	mg	388	x	x	9	29	x	111	x	239
267	Sr	Water	g	###	x	x	1	2	x	405	x	871
268	sulphate	Water	lb	202	0	0,01	x	x	x	x	202	x
269	sulphates	Water	lb	535	x	x	0	1	x	170	x	365
270	sulphide	Water	g	153	x	x	x	x	x	x	153	x
271	sulphur/sulphide	Water	mg	377	35	342	x	x	x	x	x	x
272	suspended solids	Water	g	194	39	155	x	x	x	x	x	x
273	suspended substances	Water	lb	639	x	x	0	0	x	8,5	612	18,3
274	Ti	Water	g	40	x	x	1	4	x	11	x	23,5
275	TOC	Water	lb	102	x	x	0	0	x	1,1	98,7	2,46
276	toluene	Water	g	602	x	x	0	0	x	7,9	578	16,9
277	tributyltin	Water	mg	299	x	x	1	2	x	94	x	203
278	trichloroethene	Water	mg	3,6	x	x	0	0	x	1,1	x	2,41
279	V	Water	g	3,7	x	x	0	0	x	1	x	2,21
280	vinyl chloride	Water	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
281	W	Water	mg	5,8	x	x	0	1	x	1,5	x	3,3
282	xylene	Water	g	20	x	x	0	0	x	6,3	x	13,5
283	Zn	Water	g	77	0	0,01	1	11	x	2,8	56,9	5,91
284	chemical waste	Solid	g	103	x	x	##	x	x	x	x	x
285	chemical waste (inert)	Solid	g	467	##	40,2	x	x	x	x	x	x
286	chemical waste (regulated)	Solid	g	632	49	583	x	x	x	x	x	x
287	construction waste	Solid	g	22	1	21	x	x	x	x	x	x
288	final waste (inert)	Solid	kg	636	x	x	5	17	x	195	x	419
289	high active nuclear waste	Solid	cm3	4,3	x	x	0	0	x	1,4	x	2,9

290	industrial waste	Solid	g	320	##	218	x	x	x	x	x	x
291	low,med. act. nucl. waste	Solid	cu.in	774	x	x	0	1	x	245	x	528
292	metal scrap	Solid	mg	###	##	895	x	x	x	x	x	x
293	mineral waste	Solid	oz	239	44	195	0	x	x	x	x	x
294	oil	Solid	g	17	x	x	17	x	x	x	x	x
295	paper/board packaging	Solid	pg	0	0	0	x	x	x	x	x	x
296	plastics packaging	Solid	mg	946	##	794	x	x	x	x	x	x
297	produc. waste (not inert)	Solid	kg	###	x	x	0	1	x	###	x	3600
298	slag	Solid	mg	266	x	x	##	x	x	x	x	x
299	slags/ash	Solid	g	646	##	438	x	x	x	x	x	x
300	unspecified	Solid	g	89	1	88,2	x	x	x	x	x	x
301	waste in incineration	Solid	g	21	19	2,19	x	x	x	x	x	x
302	waste to recycling	Solid	g	6,8	6	0,83	x	x	x	x	x	x
303	wood packaging	Solid	mg	3,7	1	2,26	x	x	x	x	x	x
304	Conv. to industrial area	Non mat.	cm2	77	x	x	77	x	x	x	x	x
305	heat losses to air	Non mat.	kWh	###	x	x	##	##	x	###	x	####
306	heat losses to soil	Non mat.	MJ	164	x	x	0	1	x	52	x	112
307	heat losses to water	Non mat.	kWh	###	x	x	9	28	x	###	x	####
308	land use II-III	Non mat.	m2a	664	x	x	x	x	x	211	x	453
309	land use II-IV	Non mat.	m2a	57	x	x	x	x	x	18	x	38,9
310	land use III-IV	Non mat.	m2a	38	x	x	x	x	x	12	x	25,6
311	land use IV-IV	Non mat.	cm2a	###	x	x	x	x	x	340	x	731
312	Occup. as contin. urban land	Non mat.	m2a	0,2	x	x	0	0	x	x	x	x
313	Occup. as convent. arable land	Non mat.	m2a	2,8	x	x	1	2	x	x	x	x
314	Occup. as forest land	Non mat.	mm2a	325	x	x	78	##	x	x	x	x
315	Occup. as industrial area	Non mat.	m2a	1	x	x	1	x	x	x	x	x
316	radioactive substance to air	Non mat.	kBq	###	x	x	##	##	x	###	####	####
317	radioactive substance to water	Non mat.	kBq	###	x	x	73	##	x	###	####	####

Διάγραμμα 17: Συμμετοχή των υλικών συμβατικής πράσινης ταρτσας στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



Πίνακας 9: Απογραφή αποτελεσμάτων για τη οικολογική πράσινη ταρτάσα

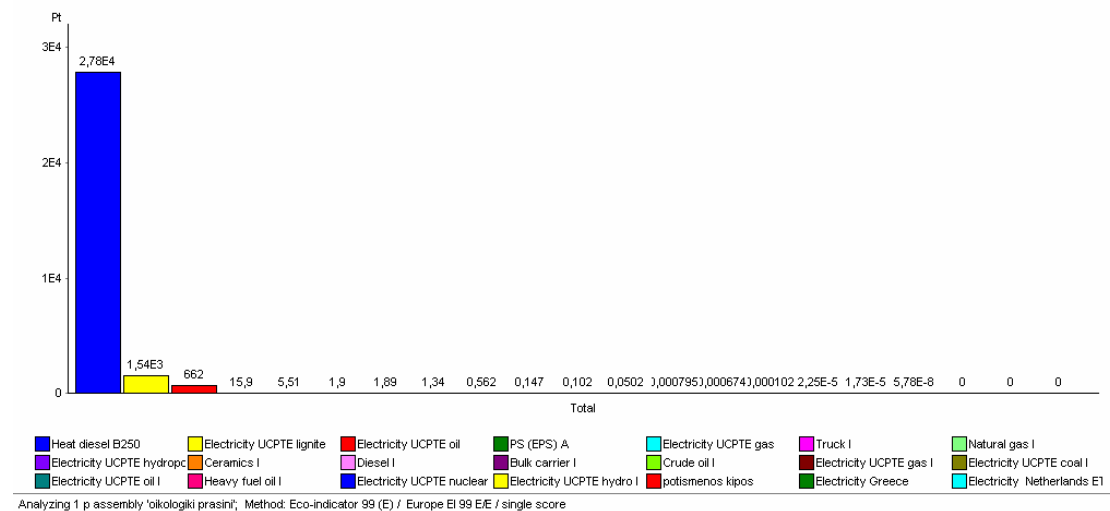
No	Substance	Raw	Compartment	Unit	Total	PS (EPS)	Ceramics	potismenos kipos	Electricity Greece	Heat diesel B250	Electricity Greece
28	energy recovered	Raw	MJ	-159	-159	x	x	x	x	x	x
29	feldspar	Raw	Unit	5E-17	5E-17	x	x	x	x	x	x
30	ferromanganese	Raw	mg	38.8	38.8	x	x	x	x	x	x
31	fluorspar	Raw	kg	4.17	4.17	x	x	x	x	x	x
32	gas from oil production	Raw	oz	527	4E-04	0.0004	x	44.8	x	482	482
33	granite	Raw	oz	75.4	2.42	0.0173	x	6.23	x	67	67
34	gravel	Raw	mg	158	0.323	0.0001	x	17.9	x	193	193
35	iron (in ore)	Raw	lb	914	0.104	0.0002	x	12.6	x	136	136
36	iron (in ore)	Raw	mg	3.4E-11	3E-11	x	148	x	x	x	x
37	iron (in ore)	Raw	mg	144	3E-10	0.0001	x	12.3	x	132	132
38	lead (in ore)	Raw	lb	278	0.002	0.0002	x	0.55	x	5.93	5.93
39	lignite ETH	Raw	kg	53300	x	0.0001	x	4450	x	1030	47800
40	limestone	Raw	kg	912	x	0.0002	x	22.8	x	776	246
41	nickel (in ore)	Raw	kg	255	x	0.0002	x	21.7	x	234	234
42	nickel (in ore)	Raw	kg	255	x	0.0002	x	21.7	x	234	234
43	oil ETH	Raw	kg	1E-05	x	0.0002	x	27.8	x	97000	2860
44	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
45	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
46	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
47	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
48	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
49	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
50	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
51	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
52	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
53	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
54	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
55	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
56	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
57	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
58	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
59	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
60	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
61	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
62	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
63	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
64	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
65	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
66	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
67	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
68	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
69	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
70	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
71	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
72	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
73	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
74	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
75	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
76	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
77	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
78	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
79	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
80	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
81	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
82	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
83	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
84	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
85	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
86	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
87	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
88	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
89	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
90	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
91	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
92	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
93	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
94	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
95	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
96	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
97	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
98	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
99	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2
100	oil IDEMAT	Raw	kg	1.47	x	0.0002	x	6.44	x	69.2	69.2

158	CoR salt	Raw	pg	1255	x 19,1	x 0,0002	x	x	21,7	x	x	233
159	Cutile	Raw	gg	4,9E-11	5E-11	x 5E-06	x	x	1,01	x	x	10,9
160	Sandly	Raw	tp	222	0,040	522	x	x	0	x	x	0,001
163	Shaly aromatic	Raw	gz	0,59	0,040	x 8E-09	x	x	0	x	67,5	x 0,039
162	Shaly chloro	Raw	mg	9,28	x 8,05	x 2E-06	x	x	0,78	x	1,83	x 8,42
165	sulfide(sbonded)	Raw	mg	2,08	x 2,61	x 6E-05	x	x	0,25	x		x 2,73
166	sulfur(TiE)mental)	Raw	gg	0,94	x 6,91	x 7E-07	x	x	0,18	x		x 1,96
163	tiE(in ore)	Raw	tp	522	0,213	x 1E-06	x	x	0,44	x	290	x 4,68
166	crash(ma(fa)re)	Raw	tp	883	x	8E-05	x		158	x	70,1	167
169	waste(SPM)	Raw	gg	2560000	x	0,003	x	x	####	x		x 2E+06
180	water(cooling)	Raw	tn.lg	3,66	x 3,66	x 0,0009	x	x	7,4	x		x 79,6
189	water(drinking, for process.)	Raw	gg	1010000	x 263	x 8E-06	x 1E+06	x	4,58	x		x 49,3
122	water(process)	Raw	kg	12,3	x	3E-05	x	x	1,06	x		x 11,3
123	ethylbenzene	Raw	mg	97,9	x	3E-05	x	x	8,32	x		x 80,5
71	water (sea, for cooling)	Raw	tn.lg	5,5	x 5,5	x	x	x		x		x
124	ethylene	Raw	mg	69,7	x	0,0013	x	x	5,93	x		x 63,8
72	water (sea, for processing)	Raw	kg	27,7	x 27,7	x	x	x		x		x
125	F2	Raw	ug	535	x		x	x		x		x
73	water (surface, for cooling)	Raw	kg	7,92	x 7,92	x	x	x		x		x
126	Fe	Raw	g	358	x	0,0002	x	x	30,4	x		x 327
74	water (surface, for process.)	Raw	g	227	x 227	x	x	x		x		x
127	fluoride	Raw	g	37,8	x	37,8	x	x		x		x
75	water (well, for cooling)	Raw	g	115	x 115	x	x	x		x		x
128	formaldehyde	Raw	g	109	x	0,0002	x	x	9,27	x		x 99,7
76	water (well, for processing)	Raw	g	2,11	x 2,11	x	x	x		x		x
129	H2	Raw	g	4,4	x 4,4	x	x	x		x		x
77	wood	Raw	oz	522	x	0,0036	x	x	21,5	x	268	x 232
130	H2S	Raw	g	2,80	x 0,006	0,0001	x	x	0,25	x		x 2,63
78	zeolite	Raw	g	217	x	4E-05	x	x	18,5	x		x 199
131	H2SO4	Raw	mg	930	x 930	x	x	x		x		x
79	zinc (in ore)	Raw	g	1,44	x 0,004	4E-06	x	x	0,12	x		x 1,31
132	HALON 1301	Raw	g	24	x	2E-07	x	x	0,06	x	23,2	x 0,683
80	1,2-dichloroethane	Raw	mg	30,7	x 0,001	0,0001	x	x	2,61	x		x 28,1
133	HCl	Raw	oz	299	x 0,066	0,0003	x	x	23,5	x	23	x 252
81	acetaldehyde	Raw	g	27	x	4E-06	x	x	2,28	x		x 24,7
134	HCN	Raw	pg	1,7E-16	x 2E-16	x	x	x		x		x
82	acetic acid	Raw	g	108	x	5E-05	x	x	9,21	x		x 99
135	heptane	Raw	g	52	x	1E-05	x	x	4,51	x		x 48,5
83	acetone	Raw	g	27	x	4E-06	x	x	2,29	x		x 24,9
136	hexane	Raw	g	112	x	3E-06	x	x	0,48	x		x 102
84	acrolein	Raw	mg	1,86	x	3E-06	x	x	0,16	x		x 1,7
137	HF	Raw	g	883	x 0,00	0,0004	x	x	69,3	x	68,3	x 745
85	Al	Raw	g	304	x	0,0005	x	x	25,9	x		x 278
138	Hg	Raw	g	2,13	x 0,004	6E-07	x	x	0,15	x	0,32	x 1,65
86	aldehydes	Raw	mg	15	x 0,139	5E-05	x	x	1,26	x		x 13,6
139	I	Raw	g	30,1	x	6E-06	x	x	2,56	x		x 27,6
87	alkanes	Raw	g	259	x	6E-05	x	x	22	x		x 237
140	K	Raw	g	38,8	x	6E-05	x	x	3,3	x		x 35,5
88	alkenes	Raw	g	97,6	x	3E-05	x	x	8,3	x		x 89,3
141	La	Raw	mg	190	x	0,0002	x	x	16,1	x		x 173
89	ammonia	Raw	g	36,1	x 0,007	9E-05	x	x	2,33	x	8,69	x 25
142	mercaptans	Raw	mg	5,39	x 5,39	x	x	x		x		x
90	As	Raw	g	1,74	x	1E-06	x	x	0,15	x		x 1,6
143	metals	Raw	oz	35,5	x 0,008	0,0002	x	x		x	35,5	x
91	B	Raw	oz	59,7	x	2E-06	x	x	5,08	x		x 54,6
144	methane	Raw	lb	908	x 1,11	0,0005	x	x	4,21	x	857	x 45,3
92	Ba	Raw	g	6,96	x	6E-06	x	x	0,59	x		x 6,36
145	methanol	Raw	g	54,1	x	9E-06	x	x	4,6	x		x 40,5
93	Be	Raw	mg	64,3	x	6E-05	x	x	5,47	x		x 58,8
146	Mg	Raw	g	190	x	0,0002	x	x	16,2	x		x 174
94	benzaldehyde	Raw	ug	638	x	0,0009	x	x	54,3	x		x 584
147	Mn	Raw	g	3,88	x	2E-06	x	x	0,31	x	0,262	x 3,31
95	benzene	Raw	oz	406	x	3E-06	x	x	0,09	x	405	x 0,958
148	Mo	Raw	g	2,06	x	4E-07	x	x	0,18	x		x 1,88
96	benzo(a)pyrene	Raw	mg	3,98	x	4E-05	x	x	0,34	x		x 3,64
149	N2O	Raw	oz	289	x 2E-04	0,0258	x	x	1,39	x	272	x 14,9
97	Br	Raw	g	36,1	x	2E-05	x	x	3,07	x		x 33,1
150	Na	Raw	g	136	x	5E-05	x	x	11,5	x		x 124
98	butane	Raw	g	235	x	0,0003	x	x	20	x		x 215
151	Ni	Raw	g	207	x	1E-05	x	x	4,48	x	154	x 48,2
99	butene	Raw	g	5,3	x	1E-06	x	x	0,45	x		x 4,85
152	non-methane VOC	Raw	kg	2020	x	0,003	x	x	2,01	x	1990	x 21,6
100	Ca	Raw	oz	44,1	x	3E-06	x	x	3,75	x		x 40,4
153	NOx	Raw	lb	205	x 1,38	0,354	x	x	17,3	x		x 186
101	Cd	Raw	g	4,55	x	2E-07	x	x	0,12	x	3,11	x 1,32
154	NOx (as NO2)	Raw	tn.lg	5,66	x		x	x		x	5,66	x
102	CFC-116	Raw	mg	86,7	x	0,0001	x	x	7,38	x		x 79,3
155	organic substances	Raw	mg	184	x 184	x	x	x		x		x
103	CFC-14	Raw	mg	694	x	0,001	x	x	59	x		x 635
156	P	Raw	g	4,62	x	5E-06	x	x	0,39	x		x 4,22
104	CFC (soft)	Raw	mg	23,2	x 23,2	x	x	x		x		x
157	PAH's	Raw	g	3,25	x 0,167	2E-06	x	x	0,06	x	2,41	x 0,61
105	Cl2	Raw	g	12,6	x 0,003	12,6	x	x		x		x
158	Pb	Raw	g	25	x 1E-05	4E-06	x	x	0,67	x	17,1	x 7,24
106	CO	Raw	kg	1760	x 0,084	0,186	x	x	0,64	x	1750	x 6,83
159	pentane	Raw	g	348	x	0,0003	x	x	29,6	x		x 318
107	CO2	Raw	kg	377000	x 133	52,4	x	x	4910	x	320000	x 52800
160	phenol	Raw	mg	29,8	x	1E-04	x	x	2,53	x		x 27,3
108	cobalt	Raw	g	6,79	x	1E-06	x	x	0,58	x		x 6,21
161	propane	Raw	g	246	x	0,0004	x	x	20,9	x		x 225
109	Cr	Raw	g	3,65	x	3E-06	x	x	0,31	x		x 3,34

262	Isoprene	Water	g	17,6	0,054	8E-06	x	0,29	x 15	262
265	Acetic acid	Water	mg	603	0,181	0,0039	x	5,12	x	5620
266	PhHy aromatic	Water	mg	450	x	0,0000	x	0,28	x 146	3404
265	PhHy chloro	Water	mg	428	8E-05	0,0008	x	70	x 4,26	0,052
266	Cyanide	Water	mg	20,2	9E-04	8E-06	x	0,69	x 19,2	0,2815
269	Detergent/oil	Water	g	200	x 2,94	x 2E-06	x	x 0,93	x	x 9,99
268	Dimethane	Water	mg	100	x	5E-05	x	1,9	x	9618
269	Dichloromethane	Water	mg	100	x	0,0002	x	8,12	x	9429
270	Dissolved organics	Water	g	362	x 2,69	8E-06	x	60,8	x	697
273	Dissolved solids	Water	g	5,87	x 5,87	x 1,57	x	x	x	x
272	Dissolved substances	Water	g	528	x 514	0,0069	x	x 16	x	x 172
275	DOC(as SO2)	Water	kg	281	x	x	x	x	281	x
276	Ethyl benzene	Water	g	3,36	x	9E-06	x	0,62	x	6,73
275	Fb	Water	kg	392	2E-05	0,0005	x	26,3	x 6,02	260
276	Fluoride ions	Water	g	6,78	0,019	2E-05	x	0,66	x	6,25
279	Formaldehyde	Water	mg	100	x	0,0006	x	0,22	x	152
278	Glutaraldehyde	Water	mg	750	x	0,0005	x	60,0	x	329
279	H2	Water	mg	409	x	0,0002	x	x 9,3	x	x 100
280	M2S	Water	mg	802	x	0,0006	x	762	x	77,9
283	Mgyl chloride	Water	mg	50,9	0,0009	6E-05	x	0,22	x 48,1	2,46
282	MOCL	Water	g	327	x	6E-05	x	x 19,3	x	x 208
285	kylene	Water	g	1616	x	0,0006	x	353	x	1360
286	Kn	Water	g	820	0,004	0,0006	x	746	x 102	1307
285	Kjeldahl-N	Water	kg	1,87	x	x 3E-05	x	x 0,15	x 1,81	x 1,56
286	Acetic ions	Water	g	26	0,003	8E-06	x	x 0,04	x 65,9	x 0,389
289	Mg	Water	mg	930	0,002	0,00109	x	5,99	x	8550
288	Mn	Water	g	68,6	0,083	0,0005	x	1,58	x 45,2	1417
289	Alkanes	Water	g	206	x	6E-06	x	0,72	x	186
290	Alcohols	Water	g	1388	0,009	5E-05	x	0,010	x 367	9,69
293	biorg. dissolved subst.	Water	kg	1185	0,082	x 6E-05	x	x 9,68	x 1,85	x 104
292	NOX+	Water	g	137,7	0,022	x 1E-07	x	x 0,05	137,7	x 0,495
295	Ni	Water	g	227	2E-06	8E-05	x	0,28	638	0,242
296	Nitrate	Water	g	567	0,007	2E-05	x	0,38	x 113	5,69
295	Oil	Water	kg	286	x	5E-06	x	x 1,28	286	x 13,8
296	Other organics	Water	mg	102	x 172	x 8E-05	x	x 8,74	x	x 94
299	Beot	Water	mg	323	x	0,0006	x	0,28	x	3205
298	Benzene	Water	mg	258	x 258	x 6E-06	x	x 1,73	x	x 18,6
299	BOB's	Water	g	656	x 7,46	0,0003	x	0,62	638	6,60
260	Calcium compounds	Water	g	103	5E-05	0,0005	x	0,73	x 13,2	3,86
263	Chloride ions	Water	mg	232	0,23	x 7E-06	x	x 1,96	x	x 21,1
262	Chloride	Water	g	864	x 8,64	x	x	x	x 644	x
265	Phosphate	Water	g	156	x	0,0009	x	0,02	156	0,518
266	Chlorobenzenes	Water	g	47,9	x	0,0008	x	0,08	x	439
265	Sulfamate	Water	kg	3403	x 3,74	x 2E-06	x	x 34,3	x	x 369
266	Sb	Water	kg	2630	0,182	0,0002	x	7,46	x 2600	80,2
269	Si	Water	g	92,8	x 93,8	x 8E-05	x	x 0,2	x	x 2,1
268	So	Water	mg	658	x	0,00305	x	72,9	x	635
269	SOD	Water	mg	792	x 1,25	0,0002	x	0,69	x 505	7,25
260	SO3	Water	mg	556	x	0,0062	x	20,2	x 53,8	5239
263	Sr (VI)	Water	g	962	x	0,0007	x	737	x	893
262	Sulfate	Water	g	202	0,028	x 0,0132	x	x 0,64	x 202	x 6,85
265	Sulfates	Water	kg	390	x	0,0002	x	33,9	x	365

266	sulphide	Water	g	153	x	x	x	x	153	x
267	sulphur/sulphide	Water	mg	34,6	34,6	x	x	x	x	x
268	suspended solids	Water	g	39,3	39,3	x	x	x	x	x
269	suspended substances	Water	lb	632	x	2E-05	x	1,7	612	18,3
270	Ti	Water	g	25,7	x	0,0009	x	2,19	x	23,5
271	TOC	Water	lb	101	x	1E-05	x	0,23	98,7	2,46
272	toluene	Water	g	596	x	5E-06	x	1,57	578	16,9
273	tributyltin	Water	mg	222	x	0,0003	x	18,9	x	203
274	trichloroethene	Water	mg	2,63	x	9E-06	x	0,22	x	2,41
275	V	Water	g	2,41	x	8E-05	x	0,21	x	2,21
276	vinyl chloride	Water	pg	6,4E-14	6E-14	x	x	x	x	x
277	W	Water	mg	3,61	x	0,0002	x	0,31	x	3,3
278	xylene	Water	g	14,7	x	4E-06	x	1,25	x	13,5
279	Zn	Water	g	63,3	0,002	0,0002	x	0,55	56,9	5,91
280	chemical waste (inert)	Solid	g	427	427	x	x	x	x	x
281	chemical waste (regulated)	Solid	g	49,3	49,3	x	x	x	x	x
282	construction waste	Solid	g	1,22	1,22	x	x	x	x	x
283	final waste (inert)	Solid	lb	1010	x	0,0131	x	85,9	x	924
284	high active nuclear waste	Solid	cm3	3,17	x	1E-05	x	0,27	x	2,9
285	industrial waste	Solid	g	102	102	x	x	x	x	x
286	inorganic general	Solid	kg	4,41	x	4,41	x	x	x	x
287	low,med. act. nucl. waste	Solid	cu.in	577	x	0,0001	x	49,1	x	528
288	metal scrap	Solid	mg	518	518	x	x	x	x	x
289	mineral waste	Solid	oz	44	44	0,0185	x	x	x	x
290	oil	Solid	g	5,19	x	5,19	x	x	x	x
291	paper/board packaging	Solid	pg	1,7E-10	2E-10	x	x	x	x	x
292	plastics packaging	Solid	mg	152	152	x	x	x	x	x
293	produc. waste (not inert)	Solid	kg	3940	x	0,0002	x	335	x	3600
294	slag	Solid	g	2,64	x	2,64	x	x	x	x
295	slags/ash	Solid	g	208	208	x	x	x	x	x
296	unspecified	Solid	mg	995	995	x	x	x	x	x
297	waste in incineration	Solid	g	18,8	18,8	x	x	x	x	x
298	waste to recycling	Solid	g	5,92	5,92	x	x	x	x	x
299	wood packaging	Solid	mg	1,39	1,39	x	x	x	x	x
300	Conv. to industrial area	Non mat.	dm2	73,8	x	73,8	x	x	x	x
301	heat losses to air	Non mat.	MJ	396000	x	0,284	x	####	x	4E+05
302	heat losses to soil	Non mat.	MJ	122	x	0,0001	x	10,4	x	112
303	heat losses to water	Non mat.	MJ	76200	x	0,0219	x	6480	x	69700
304	land use II-III	Non mat.	m2a	496	x	x	x	42,2	x	453
305	land use II-IV	Non mat.	m2a	42,5	x	x	x	3,62	x	38,9
306	land use III-IV	Non mat.	m2a	28	x	x	x	2,38	x	25,6
307	land use IV-IV	Non mat.	cm2a	799	x	x	x	68	x	731
308	Occup. as contin. urban land	Non mat.	mm2a	37,8	x	37,8	x	x	x	x
309	Occup. as convent. arable land	Non mat.	mm2a	461	x	461	x	x	x	x
310	Occup. as forest land	Non mat.	mm2a	0,0533	x	0,0533	x	x	x	x
311	Occup. as industrial area	Non mat.	m2a	0,303	x	0,303	x	x	x	x
312	radioactive substance to air	Non mat.	kBq	7730000	x	5,43	x	####	6E+06	1E+06
313	radioactive substance to water	Non mat.	Bq	7,3E+07	x	49,9	x	####	6E+07	1E+07

Διάγραμμα 18: Συμμετοχή των υλικών οικολογικής πράσινης ταρατσας στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.



Βιβλιογραφία

- Abeyesundra Y., Babel S., Gheewala S., (2006), “A decision making matrix with life cycle perspective of materials for roofs in Sri Lanka”, *Materials and Design*, 28, pp. 2478–2487
- Akbari H., (2002), “Shade trees reduce building energy use and CO₂ emissions from power plants”, *Environmental Pollution*, 116, pp.119–126
- Akbari H., Kurn M., Bretz S., Hanford J., (1997), “Peak power and cooling energy savings of shade trees” *Energy and Buildings*, 25, pp. 139-148
- Akbari H., Pomerantz M., Taha H., 2001 “Cool Surfaces and Shade Trees to Reduce Energy Use and Improve Air Quality in Urban Areas” *Solar Energy* Vol. 70, No. 3, pp. 295–310
- Balaras C. Gagliata A., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y., Lalas D., (2007), “European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings”, *Building and Environment*, 42, pp. 1298–1314
- Carter T., Keeler A., (2008), “Life-cycle cost–benefit analysis of extensive vegetated roof systems”, *Journal of Environmental Management*, 87, pp. 350–363
- Eskin N., Turkmen H., (2008), “Analysis of annual heating and cooling energy requirements for office buildings in different climates in Turkey”, *Energy and Buildings*, 40, pp. 763–773
- Eumorfopoulou E. Aravantinos D. (1997), “The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece”, *Energy and Buildings*, 27, pp. 20-36
- Kosareo L., Ries R., (2006), “Comparative environmental life cycle assessment of green roofs”, *Building and Environment*, 42, pp. 2606–2613

Lazzarin R. M., Castellotti F., Busato F., (2005), “Experimental measurements and numerical modelling of a green roof”, *Energy and Buildings*, 37, pp. 1260–1267

Mentens J., Raes D., Hermy M., (2005), “Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?”, *Landscape and Urban Planning*, 77, pp.217–226

Mentens J., Raes D., Hermy M., (2006), “Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?”, *Landscape and Urban Planning*, 77, pp. 217–226

Niachou A., (2001), “Analysis of the green roof thermal properties and investigation of its energy performance”, *Energy and Buildings*, 33, pp. 719-729

Palomo Del Barrio E., (1998) “Analysis of the green roofs cooling potential in buildings”, *Energy and Buildings*, 27, pp. 179-193

Papadopoulos A.M., Giama E., (2006), “Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building”, *Building and Environment*, 42, pp. 2178–2187

Papadopoulos A., Giama E., (2007), “Environmental performance evaluation of thermal insulation materials and its impact on the building”, *Building and Environment*, 42, pp. 2178–2187

Papadopoulos A., Oxizidis S., Papandritsas G., (2008), “Energy, economic and environmental performance of heating systems in Greek buildings”, *Energy and Buildings*, 40, pp. 224–230

Pennington D.W. (2004) “Life cycle assessment Part 2: Current impact assessment practice, Review article” *Environment International*, 30, 721– 739

Pennington D.W. (2004) “Life cycle assessment Part 1: Current impact assessment practice, Review article” *Environment International*, 30, 721– 739

Peuportier B.L.P. (2001), "Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context", *Energy and Buildings*, 33, pp. 443- 450

Rapanos V., Polemis M., (2006), "The structure of residential energy demand in Greece", *Energy Policy*, 34, pp. 3137–3143

Saiz S., C. Kennedy, B. Bass, K. Essnail, (2006), "Comparative Life Cycle Assessment of Standard and Green Roofs", *Environ. Sci. Technol*, 40, pp. 4312-4316

Santamourisa M., Pavloua C., Doukasa P., Mihalakakoub G., Synnefaa A., Hatzibirosa A., Patargias P., (2005), "Investigating and analysing the energy and environmental performance of an experimental green roof system installed in a nursery school building in Athens, Greece", *Energy*, 32, pp. 1781–1788

Schradera S., Boningb M., (2006), "Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on Collembolans", *Pedobiologia*, 50, pp. 347—356

Spalaa A. et. al., (2007), "On the green roof system. Selection, state of the art and energy potential investigation of a system installed in an office building in Athens, Greece", *Renewable Energy*, 33, pp. 173–177

Takebayashi H., Moriyama M., (2006), "Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island", *Building and Environment*, 42, 2971–2979

Takebayashi H., Moriyama M., (2007), "Surface heat budget on green roof and high reflection roof for mitigation of urban heat island", *Building and Environment*, 42, pp.

Theodosiou T. (2003), "Summer period analysis of the performance of a planted roof as a passive cooling technique", *Energy and Buildings*, 35, pp. 09–917

VanWoert D., Rowe B., Andresen J., Rugh C., Fernandez T., Xiao L., (2005), “Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth”, *Journal of Environmental Quality*

Villarreal E. L., Bengtsson L., (2004), “Response of a Sedum green-roof to individual rain events”, *Ecological Engineering*, 25, 1–7
2971–2979

Wonga N., (2002), “Life cycle cost analysis of rooftop gardens in Singapore”, *Building and Environment*, 38, pp. 499 – 509

World Business Council for Sustainable Development, (2007), “Energy Efficiency in Buildings, Business realities and opportunities” EEB Facts and Trends Summary report.

Λιαναρού Α., (2007), Αν είχαμε πράσινες ταράτσες πάνω από το κεφάλι μας, www.kathimerini.gr, ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 28.05.08

Παπαϊωάννου Γ., (2007), Πράσινες ταράτσες, www.greenroof.gr, ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 12.03.08

Παπαϊωάννου Γ., (2007), Φυτέψτε τις ταράτσες, www.greenroof.gr, ημερομηνία τελευταίας πρόσβασης 09.05.08