

ΔΕΙΚΤΕΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΠΟΛΕΙΣ – ΤΟ ΘΕΜΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Κώστας Μπίθας

Περίληψη

Η πόλη συνιστά έναν ειδικό τύπο ανθρωπογενούς συστήματος με έντονα οικονομικά στοιχεία. Παράλληλα, η πόλη σχηματίζει έναν ειδικό τύπο οικοσυστήματος. Πώς εξειδικεύονται οι προϋποθέσεις βιώσιμης ανάπτυξης στο αστικό σύστημα και πώς αυτές οι προϋποθέσεις συσχετίζονται με το θέμα της χρήσης ενέργειας; Αυτά τα ερωτήματα διερευνά το παρόν άρθρο.

Η χρήση ενέργειας είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του αστικού συστήματος. Παράλληλα η χρήση ενέργειας οδηγεί τόσο σε υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος προκαλώντας ρύπους όσο και σε εξάντληση των φυσικών πηγών ενέργειας. Με αυτά τα δεδομένα διερευνάται ένα πλαίσιο αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς της πόλης. Το πλαίσιο αυτό καλείται να εξειδικευτεί μέσω της χρήσης των κατάλληλων δεικτών.

1. Εισαγωγή

Το παρόν άρθρο εισάγει το θέμα της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στο αστικό επίπεδο. Πράγματι, το αστικό περιβάλλον έχοντας ειδικά χαρακτηριστικά απαιτεί την κατάλληλη εξειδίκευση του γενικού πλαισίου της περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης. Κατόπιν, εξετάζεται το θέμα της χρήσης ενέργειας στον αστικό χώρο σε σχέση με τη βιώσιμη ανάπτυξη σε αυτόν. Η χρήση ενέργειας σχετίζεται με τη σταδιακή εξάντληση των ενεργειακών πόρων, γεγονός που πιθανόν αποδειχθεί περιοριστικός παράγοντας για την οικονομική ανάπτυξη. Συγχρόνως, η χρήση ενέργειας οδηγεί στην εκπομπή ρύπων που υποβαθμίζουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας και επιδρούν τόσο στη βιολογική ισορροπία και εξέλιξη όσο στην αισθητική ευημερία των κατοίκων της πόλης.

Το άρθρο διερευνά αυτές τις επιδράσεις και εκτιμά τις πιθανές συνθήκες που εξασφαλίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη. Αυτές οι συνθήκες εξειδικεύονται μέ-

σω ενός συστήματος δεικτών. Για τη δημιουργία των κατάλληλων δεικτών το άρθρο διερευνά και προτείνει μια πιθανή μεθοδολογία. Βασιζόμενοι σε αυτή τη μεθοδολογία δημιουργούμε παραδείγματα αντιπροσωπευτικών δεικτών.

2. Η έννοια της βιωσιμότητας

Η έννοια της βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης ή ακριβέστερα της περιβαλλοντικά βιώσιμης οικονομικής ανάπτυξης εμφανίστηκε στην τρέχουσα μορφή της στα δημοσιεύματα της Παγκόσμιας Στρατηγικής για τη Διατήρηση (World Conservation Strategy) σαν ένα πλαίσιο πολιτικής ενάντια στην περιβαλλοντική υποβάθμιση του πλανήτη, η οποία επιδεινώνεται μέσω της αυξανόμενης και εντεινόμενης ρύπανσης και της εξάντλησης των φυσικών πόρων.

Ήταν όμως η έκθεση Brundland που έδωσε τη σημερινή δημοτικότητα στην έννοια της βιωσιμότητας. Στην έκθεση Brundland η βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται σαν η μορφή της ανάπτυξης που εξυπηρετεί τις ανάγκες της παρούσας γενιάς δίχως να υποσκάπτει τις φυσικές-περιβαλλοντικές προϋποθέσεις ικανοποίησης των αναγκών των μελλοντικών γενεών (7).

Επίσης, η βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται σαν οι κοινωνικο-οικονομικές διεργασίες και εξελίξεις που αυξάνουν την τρέχουσα ευημερία χωρίς να απειλούν τις δυνατότητες για μελλοντική ευημερία (6).

Ο καθηγητής Cristensen προτείνει ότι η βιώσιμη ανάπτυξη σημαίνει την ανάπτυξη εκείνη που εξασφαλίζει το φυσικό περιβάλλον το οποίο αποτελεί τη βάση της ανθρώπινης ευημερίας παρέχοντας τη βιολογική υποδομή της ανθρώπινης ύπαρξης και τις φυσικές εισροές στην παραγωγική διαδικασία (2).

Ο Pezzey, ακολουθώντας ένα διαφορετικό δρόμο, ορίζει ότι το κριτήριο της βιώσιμης ανάπτυξης είναι η μη-μειούμενη κατά κεφαλήν ευημερία διότι συνιστά ένα κατ'έξοχην κριτήριο διαγενειακής ισότητας (6).

Οι Van den Bergh και Nijkamp ορίζουν την οικολογικά βιώσιμη ανάπτυξη σαν την δυναμική των οικονομικών δραστηριοτήτων, των κοινωνικών διεργασιών και των δημογραφικών εξελίξεων που εξασφαλίζουν αποδεκτό επίπεδο ευημερίας για κάθε άνθρωπο μέσω της επάρκειας φυσικών πόρων και της ευρωστείας του οικοσυστήματος (1).

Είναι προφανές ότι δεν υπάρχει ομοφωνία στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας περί των συνθηκών και προϋποθέσεων για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Παρόλα αυτά θα προτείνω δύο επιχειρησιακές συνθήκες που εξασφαλίζουν κατά την γνώμη μου την περιβαλλοντικά βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη.

Η πρώτη συνθήκη συνίσταται στη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος σαν το σύστημα που υποστηρίζει βιολογικά την ανθρώπινη ύπαρξη και την ομαλή εξέλιξη αυτής και έτσι συνιστά και το βιολογικό-φυσικό υποδοχέα του οικονομικού συστήματος. Η δεύτερη συνθήκη αφορά στην διαθεσιμότητα των

φυσικών πόρων για την παραγωγική διαδικασία. Εδώ εμπλέκονται διάφορα δυσχερή ζητήματα σχετιζόμενα με την αβεβαιότητα μελλοντικών ανακαλύψεων νέων αποθεμάτων φυσικών πόρων καθώς επίσης και με την τεχνολογική πρόοδο σε σχέση με την αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα στη χρήση των φυσικών πόρων.

3. Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα στον αστικό χώρο

Θα προσπαθήσουμε να εξετάσουμε εδώ την εξειδίκευση των συνθηκών βιώσιμης ανάπτυξης για το αστικό σύστημα. Επίσης, θα διερευνήσουμε την δυνατότητα εκπλήρωσης των σχετικών προϋποθέσεων ώστε να χαρακτηρίζεται περιβαλλοντικά βιώσιμο ένα αστικό σύστημα.

Σε περιβαλλοντικούς όρους η πόλη συνιστά ένα ιδιόμορφο σύστημα το οποίο ξεχωρίζει από τον περιβάλλοντα μη-αστικό χώρο. Έτσι η πόλη αποτελεί ένα ειδικό οικοσύστημα που εντάσσεται με σχέσεις αλληλεξάρτησης στα ευρύτερα χωρικά οικοσυστήματα και εν τέλει στο σύνολο της βιόσφαιρας.

Ποια είναι τα ειδικά χαρακτηριστικά που καθιστούν το αστικό οικοσύστημα «ιδιόμορφο»; Η πόλη είναι ένα ανθρωπογενές σύστημα όπου κυριαρχούν τα δομημένα στοιχεία. Τα περιβαλλοντικά στοιχεία είναι δραστηκώς περιορισμένα και διαδραματίζουν έναν περιθωριακό ρόλο στη λειτουργία της πόλης. Με αυτή τη δομή το αστικό σύστημα δεν μπορεί να εξασφαλίσει την ομαλή βιολογική-οικολογική του ισορροπία και εξέλιξη βασιζόμενο σε δικά του βιολογικά, περιβαλλοντικά στοιχεία και διεργασίες. Η βιολογική - οικολογική βάση της πόλης εξασφαλίζεται μέσω της «εισροής» των απαραίτητων περιβαλλοντικών στοιχείων από τα ευρύτερα, συνήθως γειτονικά, οικοσυστήματα.

Έτσι η περιβαλλοντική αναγέννηση και εξέλιξη του αστικού συστήματος δεν είναι αυτάρκης. Αντίθετα, βασίζεται στην παρουσία και γειτνίαση με «υγιή» φυσικά οικοσυστήματα. Για παράδειγμα το αστικό φυσικό περιβάλλον δεν δύναται να αφομοιώσει την ρύπανση της ατμόσφαιρας σε πολλαπλές πόλεις. Εάν η πόλη ήταν χωρικά απομονωμένη θα καθίστατο σε αυτές τις περιπτώσεις ένα σύστημα που θα προσομοίαζε με θάλαμο δηλητηριωδών αερίων.

Η εξασφάλιση της όποιας βιολογικής ισορροπίας γίνεται μέσω της «εισροής» φυσικών στοιχείων και της σχετικής ανανέωσης της ατμόσφαιρας της πόλης. Άρα, σε πάρα πολλές περιπτώσεις το αστικό σύστημα δεν εξασφαλίζει την πρώτη συνθήκη της βιώσιμης ανάπτυξης παρά μόνο μέσω της εισροής περιβαλλοντικών στοιχείων από γειτονικά οικοσυστήματα. Εάν το εξετάσουμε σε χωρική απομόνωση, θα χαρακτηρίζονταν σα μη-βιώσιμο περιβαλλοντικά, τουλάχιστον όσον αφορά την πρώτη συνθήκη της βιωσιμότητας.

Όμως και για τη δεύτερη συνθήκη της βιωσιμότητας φαίνεται ότι ισχύουν ανάλογα συμπεράσματα. Το οικονομικό σύστημα της πόλης στην πλειονότητα

των περιπτώσεων βασίζεται σε εισροές φυσικών πόρων από άλλα χωρικά συστήματα που βρίσκονται τόσο στη γειτονική όσο και σε πολύ μακρινές περιοχές. Οιαδήποτε χωροταξική δομή της πόλης δε φαίνεται να μπορεί να εξασφαλίσει τους φυσικούς πόρους που απαιτεί τόσο η οικονομική παραγωγή όσο η κοινωνική ζωή και η σχετική καταναλωτική διαδικασία. Για παράδειγμα, το ηλεκτρικό ρεύμα της πόλης παράγεται σε άλλες περιοχές και μεταφέρεται στην πόλη. Το ίδιο συμβαίνει με το νερό που συνιστά ένα απαραίτητο στοιχείο τόσο για την παραγωγική όσο και για την κοινωνική διαδικασία. Πολλές δε φορές οι κάτοικοι της πόλης δε γνωρίζουν καν τους χώρους από τους οποίους προέρχονται οι φυσικοί πόροι. Προκύπτει λοιπόν ότι οι πόλεις δεν μπορούν να εξασφαλίσουν ούτε τη δεύτερη συνθήκη βιωσιμότητας, την εξασφάλιση των φυσικών πόρων που χρειάζονται για την οικονομική παραγωγή και την άμεση κατανάλωση.

Άρα οι πόλεις εμφανίζονται σαν ένα οικοσύστημα το οποίο μόνο κατ'εξαιρεση θα εξασφάλιζε μια κατάσταση που θα χαρακτηριζόταν ως περιβαλλοντικά βιώσιμη ανάπτυξη. Φαίνεται δε ότι η αιτία για αυτό έχει να κάνει με τη φυσιολογία του αστικού συστήματος. Πράγματι, το αστικό σύστημα συνίσταται σε συγκέντρωση ανθρωπογενών στοιχείων με αντίστοιχη αποβολή των φυσικών. Αυτό δημιουργεί τις προϋποθέσεις να μην εξασφαλίζει από μόνο του την περιβαλλοντική βιωσιμότητά του.

Ποια είναι όμως η αιτία για την ιδιότυπη φυσιολογία του αστικού συστήματος; Η πόλη συγκεντρώνει την πλειοψηφία του πληθυσμού και των οικονομικών δραστηριοτήτων ενώ παράλληλα αποτελεί τον πυρήνα των πολιτισμικών και τεχνολογικών εξελίξεων, διεργασιών και δράσεων. Δεν μπορούμε καν να διανοηθούμε τη βιομηχανική και μεταβιομηχανική εποχή χωρίς την καθοριστική παρουσία της πόλης.

Προκύπτει ότι μέσω της δομής και της φυσιολογίας της η πόλη διαδραματίζει έναν θεμελιωδώς καταλυτικό ρόλο στην εξέλιξη τόσο της κοινωνίας όσο και της οικονομίας. Συγκεντρώνοντας σε μεγάλη πυκνότητα διαφορετικά ανθρωπογενή στοιχεία δημιουργεί «οικονομίες κλίμακας» που οδηγούν σε αξιοθαύμαστη γονιμότητα και παραγωγικότητα στο οικονομικό και κοινωνικό πεδίο. Δημιουργεί έτσι τις συνθήκες δημιουργικότητας και αυξημένης αποδοτικότητας για όλη την κοινωνία.

Πράγματι, τα θετικά αποτελέσματα της λειτουργίας της πόλης δεν μπορούν παρά να διαχυθούν σε ολόκληρη την κοινωνία και να χαρακτηρίσουν ολόκληρο τον κοινωνικό ιστό. Έτσι, οι πόλεις χαρακτήρισαν εποχές και μεγάλες γεωγραφικές ενότητες.

Έχουμε λοιπόν την πόλη από την μια πλευρά να μην μπορεί να εξασφαλίσει την περιβαλλοντικά βιώσιμη ανάπτυξη ενώ από την άλλη πλευρά να δη-

μιουργεί μέσω της δομής τις ιδιάζουσες συνθήκες δημιουργικότητας, εξέλιξης και οικονομικής ανάπτυξης για τον ευρύτερο γεωγραφικά χώρο. Προκύπτει έτσι η ανάγκη να αξιολογήσουμε την βιωσιμότητα της πόλης μέσω ενός πλαισίου που θα λαμβάνει υπόψη του τα χαρακτηριστικά αυτής όπως αυτά παρουσιάστηκαν στην παρούσα παράγραφο.

Χρειάζεται λοιπόν μια περαιτέρω εξειδίκευση των γενικών συνθηκών που προτάθηκαν για τη βιώσιμη ανάπτυξη έτσι ώστε να προσιδιάζουν στον ιδιάζοντα ρόλο που η πόλη διαδραματίζει στην κοινωνία.

4. Πλαίσιο αξιολόγησης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της πόλης

Η παράγραφος αυτή διερευνά και προτείνει ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας των πόλεων. Τα χαρακτηριστικά του αστικού χώρου πρέπει συστηματικά να θεωρούνται από το πλαίσιο της αξιολόγησης. Ανεξάρτητα από το εάν με τα γενικά κριτήρια μια πόλη μπορεί να χαρακτηριστεί περιβαλλοντικά βιώσιμη ή όχι, αυτή έχει κάποια περιβαλλοντικά-οικολογικά χαρακτηριστικά και ως εκ τούτου μια «περιβαλλοντική επίδοση».

Εφόσον η πόλη καθίσταται μη βιώσιμη περιβαλλοντικά εάν αξιολογηθεί με τα γενικά απόλυτα κριτήρια, προβάλλει η αναγκαιότητα υιοθέτησης ενός πλαισίου σχετικής αξιολόγησης.

Σε τι συνίσταται το πλαίσιο της σχετικής αξιολόγησης;

Καθώς η πόλη καθίσταται μη βιώσιμη με τα γενικά και απόλυτα κριτήρια της βιωσιμότητας λόγω του ότι αποκτά ειδική δομή και φυσιολογία που οδηγεί στην δημιουργία οικονομικής και κοινωνικής ευημερίας σε σχετικά υψηλό βαθμό, προκύπτει η ανάγκη να αξιολογηθεί η περιβαλλοντική της συμπεριφορά-επίδοση σε σχέση με την οικονομική και κοινωνική της συνεισφορά.

Ενώ σε γενικό επίπεδο ένα σύστημα κρίνεται, ως προς τη βιωσιμότητά του, με τις απόλυτες συνθήκες που αναφέραμε, η πόλη κρίζει να κριθεί μέσω ενός λόγου: περιβαλλοντική επίδοση/ δημιουργία κοινωνικής και οικονομικής ευημερίας. Ο λόγος αυτός εκτιμά την περιβαλλοντική «θυσία» που παρουσιάζει μια πόλη ώστε να δημιουργήσει την ιδιάζουσα κοινωνική και οικονομική ευημερία. Η περιβαλλοντική αυτή «θυσία» μπορεί να παρομοιαστεί με ένα είδος «περιβαλλοντικού κόστους ευκαιρίας». Προφανώς, όσο μικρότερο είναι το περιβαλλοντικό κόστος ευκαιρίας τόσο περισσότερο περιβαλλοντικά βιώσιμη χαρακτηρίζεται μια πόλη. Προκύπτει έτσι ένα συγκριτικό πλαίσιο αξιολόγησης της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας για τα αστικά συστήματα.

Έτσι, καθώς ο αριθμητής του λόγου αξιολόγησης «περιβαλλοντική επίδοση/ δημιουργία κοινωνικής και οικονομικής ευημερίας» εκφράζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η πόλη χαρακτηρίζεται πιο βιώσιμη όσο μικρότερος είναι

ο αριθμητής και ο λόγος. Αντιθέτως, εάν ο αριθμητής του λόγου εκφράζει την περιβαλλοντική κατάσταση τότε η πόλη χαρακτηρίζεται ως πιο βιώσιμη όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμητής και ο λόγος.

5. Η χρήση ενέργειας και οι συνθήκες βιωσιμότητας στα αστικά συστήματα

Η παρούσα παράγραφος εισάγει το ζήτημα της χρήσης ενέργειας στις πόλεις. Στόχος μας είναι η περαιτέρω εξειδίκευση του προτεινόμενου στην προηγούμενη παράγραφο πλαισίου μέσω της εφαρμογής του στην περίπτωση της χρήσης ενέργειας.

Η χρήση της ενέργειας προκαλεί ρύπανση και ειδικότερα εκπομπές αερίων ρύπων. Η ρύπανση υποβαθμίζει την ποιότητα του περιβάλλοντος και έτσι συνδέεται με τη διατάραξη της οικολογικής-βιολογικής ισορροπίας. Επηρεάζει, λοιπόν, η ρύπανση από την χρήση ενέργειας το περιβάλλον σαν «βάση» της ανθρώπινης ζωής και έτσι παραπέμπει στην πρώτη συνθήκη βιώσιμης ανάπτυξης.

Παράλληλα, η κατανάλωση ενέργειας οδηγεί αμετάκλητα στην εξάντληση των διαθέσιμων αποθεμάτων. Σε αυστηρούς όρους καμία μορφή ενέργειας δεν είναι ανανεώσιμη. Όπως προκύπτει από τους νόμους της θερμοδυναμικής η χρήση κάθε μορφής ενέργειας τη μετατρέπει σε μη διαθέσιμη μορφή, αυξάνοντας την εντροπία του συστήματος αναφοράς (4).

Όμως, λόγω του χρονικού ορίζοντα που εξαντλούνται συγκεκριμένοι πόροι -όπως ο ήλιος - καθώς επίσης και λόγω του γεγονότος ότι η γη είναι ανοικτό θερμοδυναμικό σύστημα προκύπτει ότι πρακτικά μπορούμε να αναφερόμαστε σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Άρα, η κατανάλωση ενέργειας οδηγεί στην εξάντληση των αντίστοιχων πόρων εφόσον αυτοί είναι μη ανανεώσιμοι.

Ταυτοχρόνως, η χρήση ενέργειας είναι αναγκαία προϋπόθεση για τη λειτουργία της πόλης. Η ενέργεια είναι πρωταρχική εισροή για την οικονομική διαδικασία και την κοινωνική εξέλιξη (3), (4). Πάλι οι νόμοι της θερμοδυναμικής μας δεσμεύουν έτσι ώστε είναι αδύνατον να παραχθεί οποιασδήποτε μορφής «έργο» χωρίς την κατανάλωση ενέργειας.

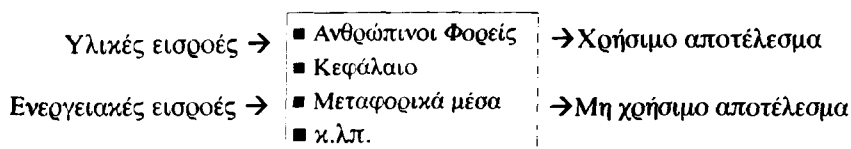
Με αυτά τα δεδομένα προκύπτει η ανάγκη να δημιουργηθεί ένα πλαίσιο αξιολόγησης της βιωσιμότητας της πόλης σε σχέση με την χρήση ενέργειας.

6. Ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την αξιολόγηση της ενεργειακής-περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της πόλης. Η χρήση ενός συστήματος δεικτών

Το σχήμα 1 αναπαριστά τη λειτουργία της πόλης. Αξιοσημείωτη είναι η ομοιότητα της λειτουργίας της πόλης με μια συνάρτηση παραγωγής. Όντως,

αναλυτικά η πόλη μπορεί να παρομοιαστεί με ένα σύστημα παραγωγής. Ενέργεια και φυσικοί πόροι εισρέουν στην πόλη μαζί με τα μέσα παραγωγής, την εργασία και άλλες εισροές, που είτε βρίσκονται εντός της πόλης είτε προέρχονται από άλλα χωρικά συστήματα, οδηγούν στη δημιουργία ενός «χρήσιμου αποτελέσματος». Το «χρήσιμο αποτέλεσμα» αναφέρεται τόσο στην οικονομική παραγωγή όσο και στην κοινωνική, πολιτισμική, τεχνολογική δημιουργία.

Σχήμα 1: Η λειτουργία του αστικού συστήματος



Ταυτοχρόνως όμως, η «παραγωγική διαδικασία» της πόλης οδηγεί στο σχηματισμό ενός «ανεπιθύμητου αποτελέσματος». Σαν «ανεπιθύμητο αποτέλεσμα» μπορούμε να ορίσουμε κάθε στοιχείο ή διαδικασία που επιδρά αρνητικά στην ευημερία των ανθρώπων τόσο της παρούσας, όσο και των μελλοντικών γενεών. Το παρόν άρθρο επικεντρώνεται στο περιβαλλοντικό μέρος του «ανεπιθύμητου αποτελέσματος».

Το υπόδειγμα που προτείνεται από το σχήμα 1, ουσιαστικά εξειδικεύει όσα είχαμε αναφέρει στην παράγραφο 3 και 4 για την λειτουργία της πόλης και θα χρησιμοποιηθεί για την επιχειρησιακή εξειδίκευση της αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς της πόλης.

Η πόλη χρησιμοποιεί ενέργεια σαν αναγκαία εισροή για τη δημιουργία του «χρήσιμου αποτελέσματος». Αυτό αναπόφευκτα οδηγεί σε δημιουργία και ανάλογου «μη επιθυμητού αποτελέσματος» με τη μορφή σχετικών μορφών ρύπανσης. Η όλη διαδικασία αναπόφευκτα οδηγεί στην εξάντληση των μη ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών. Άρα αναφερόμαστε και στις δύο συνθήκες της βιώσιμης ανάπτυξης.

Το σχετικό πλαίσιο αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς της πόλης μας οδηγεί στη συνεκτίμηση του «χρήσιμου αποτελέσματος» και του αντίστοιχου «μη επιθυμητού αποτελέσματος» όσον αφορά στην πρώτη συνθήκη βιωσιμότητας, στη βιολογική-οικολογική ισορροπία του περιβαλλοντικού συστήματος.

Παράλληλα, το σχετικό πλαίσιο αξιολόγησης μας υποδεικνύει τη συνεκτίμηση του μεγέθους των ενεργειακών εισροών και του «χρήσιμου αποτελέσμα-

τος» για να εκτιμήσουμε τη συμπεριφορά της πόλης ως προς τη δεύτερη συνθήκη της βιωσιμότητας, τη μακροχρόνια διαθεσιμότητα φυσικών πόρων.

Έτσι η αξιολόγηση ως προς την πρώτη συνθήκη της βιωσιμότητας προκύπτει μέσω του λόγου «μη επιθυμητό αποτέλεσμα» προς «χρήσιμο αποτέλεσμα». Ο λόγος αυτός μας παρουσιάζει το μέγεθος του «μη επιθυμητού αποτελέσματος» που προκαλείται όταν δημιουργείται μια μονάδα «χρήσιμου αποτελέσματος».

Το «μη επιθυμητό αποτέλεσμα», στην περίπτωση της ενέργειας εκτιμάται μέσω των εκπομπών ρύπων και των αντίστοιχων συγκεντρώσεων που αυτές δημιουργούν. Καθώς εξετάζουμε την βιωσιμότητα του χωρικού συστήματος της πόλης θα αναφερόμαστε στις εκπομπές και στις αντίστοιχες συγκεντρώσεις που εντοπίζονται εντός των γεωγραφικών ορίων της πόλης.

Το «χρήσιμο αποτέλεσμα» μπορεί κατά προσέγγιση να εκτιμηθεί με τη βοήθεια διαφόρων μεταβλητών. Το «χρήσιμο αποτέλεσμα» παραπέμπει στη χρησιμότητα-ευημερία που δημιουργεί η λειτουργία της πόλης. Από την οικονομική επιστήμη γνωρίζουμε ότι κατάλληλος εκτιμητής της χρησιμότητας - ευημερίας είναι το μέγεθος του παραγόμενου προϊόντος. Πέρα από αυτήν την παράμετρο, άλλες μεταβλητές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν. Θεωρούμε ότι η μεταβλητή της απασχόλησης αποτελεί σημαντική προσέγγιση της ευημερίας σε τοπικό επίπεδο όπου το μέγεθος του παραγόμενου προϊόντος εκτιμάται με αρκετή αβεβαιότητα.

Όσον αφορά στη δεύτερη συνθήκη βιώσιμης ανάπτυξης απομένει να εντοπιστούν εκείνες οι μεταβλητές που εκτιμούν επιχειρησιακά τα μεγέθη των ενεργειακών εισροών. Εδώ πρέπει να γίνεται η διάκριση του τύπου της ενεργειακής πηγής σε ανανεώσιμη ή μη ανανεώσιμη. Εφόσον η πηγή είναι ανανεώσιμη ο λόγος ενεργειακές εισροές προς «χρήσιμο αποτέλεσμα» εκφράζει το ποσό της ενέργειας που απαιτείται για τη δημιουργία μιας μονάδας «χρήσιμου αποτελέσματος», εκφράζει έτσι την ενεργειακή αποδοτικότητα του αστικού συστήματος. Όμως δεν αφορά στη διαθεσιμότητα ενεργειακών πόρων στο μέλλον, διότι οι πόροι ανανεώνονται με φυσικές διαδικασίες.

Εάν η πηγή είναι μη ανανεώσιμη τότε ο παραπάνω λόγος συνεκτιμά εκτός από την ενεργειακή αποδοτικότητα της λειτουργίας της πόλης και την επίδρασή της στην διαθεσιμότητα ενεργειακών διαθεσίμων για μελλοντική χρήση. Έτσι, όσο μικρότερος είναι ο εξεταζόμενος λόγος τόσο περισσότερο βιώσιμη μπορεί να χαρακτηριστεί η πόλη, ως προς τη δεύτερη συνθήκη της βιώσιμης ανάπτυξης.

Στην επόμενη παράγραφο το γενικό πλαίσιο των λόγων αξιολόγησης που προτείναμε και οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των λόγων θα συνδυαστούν για τη δημιουργία εξειδικευμένων δεικτών για την αξιολόγηση της ενεργειακής βιωσιμότητας του αστικού συστήματος.

7. Δείκτες για την ενεργειακή βιωσιμότητα της πόλης

Στην παράγραφο αυτή θα δημιουργηθούν συγκεκριμένοι αντιπροσωπευτικοί δείκτες για την αξιολόγηση της ενεργειακής βιωσιμότητας της πόλης. Οι δείκτες πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιχειρησιακή αξιολόγηση και το σχεδιασμό πολιτικών προς τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Γενικά οι δείκτες πρέπει να είναι:

- α. παρατηρήσιμοι και μετρήσιμοι
 - β. κατανοητοί από τους φορείς που λαμβάνουν αποφάσεις και το κοινό
 - γ. αποκαλυπτικοί για τα ενεργειακά χαρακτηριστικά της πόλης
- Ο Liverman (5) προτείνει τα ακόλουθα κριτήρια για τη δημιουργία δεικτών:
- να εκτιμούν τις διαχρονικές εξελίξεις και διαφοροποιήσεις
 - να επιτρέπουν εύκολη εκτίμηση και εφαρμογή
 - να απεικονίζουν διατοπικές διαφορές
 - να απεικονίζουν πιθανές κοινωνικές επιπτώσεις
 - να απεικονίζουν τις οριακές αλλαγές στα μεγέθη που εκτιμούν
 - να μπορούν να ελεγχθούν και να επαληθευτούν
 - να δίνουν τη δυνατότητα πρόβλεψης
 - να βασίζονται σε αξιόπιστα στοιχεία και πληροφορίες

Προσπαθώντας να εκπληρώσουμε τις παραπάνω προϋποθέσεις σχημάτισαμε τέσσερις ομάδες αντιπροσωπευτικών επιχειρησιακών δεικτών για την ενεργειακή επίδοση των πόλεων. Η πρώτη ομάδα εκτιμά την σχέση μεταξύ ενεργειακών εισροών και αποδιδόμενης ενέργειας (applied power). Η σχέση αυτή εξετάζει την αποδοτικότητα μετατροπής των ενεργειακών εισροών σε ισοδύναμη μορφή ενέργειας. Καθορίζεται κυρίως από το τεχνολογικό επίπεδο στην χρήση ενέργειας. Η σχέση αυτή έχει άμεση επίδραση στη διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων - και έτσι στη δεύτερη συνθήκη βιωσιμότητας - διότι ουσιαστικά εκτιμά το κατά πόσο οι ενεργειακές εισροές μετατρέπονται σε ενεργειακό έργο που θα χρησιμοποιηθεί και έτσι κατά πόσο οι ενεργειακές εισροές σπαταλούνται πριν καν χρησιμοποιηθούν για τη λειτουργία του συστήματος.

Η δεύτερη ομάδα αφορά στη σχέση μεταξύ ενεργειακών εισροών και «χρήσιμου αποτελέσματος» της λειτουργίας της πόλης.

Η τρίτη ομάδα εκτιμά τη σχέση μεταξύ ενεργειακών εισροών και «ανεπιθύμητου αποτελέσματος», αφορά έτσι στην πρώτη συνθήκη της βιωσιμότητας.

Τέλος, η τέταρτη ομάδα αναφέρεται στη σχέση μεταξύ «χρήσιμου αποτελέσματος» και «μη επιθυμητού αποτελέσματος». Η σχέση αυτή συνδέεται έμμεσα με την πρώτη συνθήκη της βιωσιμότητας διότι εξετάζει την επίπτωση που έχει στη βιολογική-οικολογική ισορροπία η δημιουργία μιας μονάδας «χρήσιμου αποτελέσματος». Εμείς θα εξετάσουμε αυτή την σχέση όσον αφορά στα ενεργεια-

κά χαρακτηριστικά της πόλης, δηλαδή σα μη επιθυμητό αποτέλεσμα θα θεωρήσουμε την περιβαλλοντική όχληση που προκύπτει από την ενεργειακή χρήση.

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τους αντιπροσωπευτικούς δείκτες της κάθε ομάδας.

Πίνακας 1

1.1	Ενεργειακές εισροές / ισοδύναμες μονάδες ενέργειας
1.2	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / ισοδύναμες μονάδες ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές.
1.3	Μη ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / ισοδύναμες μονάδες ενέργειας από τις μη ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές.
2.1	Συνολικές ενεργειακές εισροές / Παραγόμενο προϊόν
2.2	Συνολικές ενεργειακές εισροές / Απασχόληση
2.3	Συνολικές ενεργειακές εισροές / Κατά κεφαλή προϊόν
2.4	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Συνολικές εισροές
2.5	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Παραγόμενο προϊόν
2.6	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Απασχόληση
2.7	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Κατά κεφαλήν προϊόν
2.8	Εισροές Ηλιακής ενέργειας / Συνολικές ενεργειακές εισροές
3.1	Συνολικές ενεργειακές εισροές / Εκπομπές ρύπων (CO, NO _x , CO ₂ , SO ₂ κ.λπ).
3.2	Ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Εκπομπές ρύπων από ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές
3.3	Μη ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές / Εκπομπές ρύπων από μη ανανεώσιμες ενεργειακές εισροές
4.1	Εκπομπές ρύπων (CO, NO _x , CO ₂ , SO ₂ κλπ)/Παραγόμενο προϊόν
4.2	Εκπομπές ρύπων / Απασχόληση
4.3	Εκπομπές ρύπων / Κατά κεφαλή προϊόν ή εισόδημα

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 1

Στους δείκτες 1.1-1.3. η μεταβλητή «ενεργειακές εισροές» εκφράζει τις εισροές στις αρχικές μορφές της ενέργειας. Οι διαφορές στην ποιότητα και επομένως και στην ενεργειακή απόδοση δεν έχει ληφθεί υπόψη. Η διαφορά αυτή λαμβάνεται υπόψη και μέσω της μετατροπής των ενεργειακών εισροών σε ισοδύναμες μονάδες ενέργειας. Ο δείκτης αυτής της μετατροπής παρουσιάζει ιδιαί-

τερη σημασία λόγω του ότι, εκτός από την ποιότητα των ενεργειακών εισροών, επηρεάζεται και από τις τεχνολογικές δυνατότητες αξιοποίησης αυτών (4).

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 2

Ειδική προσοχή πρέπει να δοθεί τόσο στην αποτίμηση των ενεργειακών εισροών όσο και των ισοδύναμων μονάδων ενέργειας ώστε να αποφευχθούν προβλήματα διπλού υπολογισμού.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ 3

Οι δείκτες που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 1 αποτελούν μια ομάδα ενδεικτικών δεικτών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση τόσο της ενεργειακής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς μιας πόλης στο χρόνο όσο και στη σύγκριση της αντίστοιχης συμπεριφοράς μεταξύ πόλεων. Δεν αποτελούν μια διεξοδική ενεργειακή προσέγγιση. Συντελούν απλά στο να διευκρινισθεί το πλαίσιο αξιολόγησης της βιώσιμης ανάπτυξης στο επίπεδο της πόλης.

8. Επίλογος

Στην παρούσα έρευνα προσπαθήσαμε να σκιαγραφήσουμε τις ειδικές συνθήκες που προσλαμβάνει η έννοια της περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης στα αστικά συστήματα. Η πόλη συνιστά ειδικό τύπο οικοσυστήματος καθώς δημιουργεί συνθήκες υψηλής παραγωγικότητας και εξέλιξης στον οικονομικό, κοινωνικό και πολιτικό τομέα. Ταυτόχρονα, ο ειδικός αυτός τύπος προϋποθέτει σε κάποιο βαθμό τον περιορισμό των φυσικών-βιολογικών στοιχείων της πόλης, με αποτέλεσμα τη μη εκπλήρωση των βασικών προϋποθέσεων βιώσιμης ανάπτυξης όταν τα αστικά συστήματα εξεταστούν απομονωμένα από τον υπόλοιπο χώρο.

Στη βάση αυτή προτείνουμε ένα «σχετικό» σύστημα αξιολόγησης της βιωσιμότητας της πόλης βασιζόμενο τόσο στην κοινωνικο-οικονομική της επίδοση όσο και στα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της. Χρησιμοποιήσαμε το υπόδειγμα της ενέργειας για να εξειδικεύσουμε περαιτέρω το σύστημα αξιολόγησης. Για τον τομέα της ενέργειας δημιουργήσαμε μερικούς ενδεικτικούς δείκτες για την αξιολόγηση του επιπέδου της βιώσιμης ανάπτυξης.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εκτίμηση αυτών των δεικτών σε πόλεις διαφορετικού μεγέθους και δομής ώστε να σκιαγραφηθούν εκείνα τα αστικά συστήματα που προσεγγίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη και ενδεχόμενα έτσι να σκιαγραφηθούν τα αίτια αυτής της συμπεριφοράς.

Οι προδιαγραφές των προτεινόμενων δεικτών επιτρέπουν την εφαρμογή τους σε συγκεκριμένες πόλεις χωρίς ιδιαίτερες ανάγκες για στοιχεία και δεδομένα τα οποία είναι δύσκολα προσπελάσιμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Bergh1, J.C.J.M. van den, P. Nijkamp (1991), Operationalizing sustainable development: Dynamic ecological economic models, *Ecological Economics* 4: 11-33.
- 2) Christensen P.P. (1989), Historical roots of ecological economics Biophysical versus allocative approaches, *Ecological Economics* 1: 17-36.
- 3) Constanza R. (1980), Embodied energy and economic valuation, *Science* 210: 1219-1224.
- 4) Georgescu-Roegen N.(1981), Energy, Matter, and Economic Valuation: Where do we stand? in *Energy, Economics and the Environment*, edited by H. Daly and A. Umana. AAAS. Washington, D.C
- 5) Opschoor J. B, L. Reijnders (1990), Towards Sustainable Development Indicators, in *In search of indicators of sustainable development*, edited by O. Kuik and H. Verbruggen. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- 6) Pezzey, J. (1989), Economic analysis of sustainable growth and sustainable development, *Environmental Department Working Paper* no. 15, Environmental Department, The World Bank, 88 pp.
- 7) World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.