



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπουσα: Ρεντεντζή Μαρία

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΣΕΜΦΕ

Αθήνα Ιούνιος 2014



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΕΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:



ΚΑΡΑΓΙΑΝΝΗΣ Α. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Επιβλέπουσα: Ρεντεντζή Μαρία

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΣΕΜΦΕ

.....
Ρεντεντζή Μαρία
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
ΣΕΜΦΕ

.....
Παπαδοπούλου Μαρία
Επίκουρη Καθηγήτρια
Τομέα γεωγραφίας &
Περιφερειακού Σχεδιασμού

.....
Μπακογιάννης Ευθύμιος,
Ε.ΔΙ.Π

Αθήνα Ιούνιος 2014

ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Περίληψη

Το φαινόμενο της αστικοποίησης και η κατακόρυφη αύξηση του πληθυσμού στις πόλεις, δημιούργησαν νέες ανάγκες για μετακινήσεις. Για να αντιμετωπιστούν οι νέες αυτές ανάγκες αναπτύχθηκαν τα μέσα μαζικής μεταφοράς και ιδιαίτερα τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα, όπως το μετρό. Έτσι λοιπόν τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα γρήγορα επεκτάθηκαν και επικράτησαν σε παγκόσμιο επίπεδο, εξαιτίας κυρίως των πολλών και σημαντικών πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνουν. Σήμερα τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα έφτασαν σε σημείο να διαδραματίζουν πρωτεύοντα ρόλο στην λειτουργία αλλά και στην ανάπτυξη των σύγχρονων πόλεων.

Στην παρούσα εργασία επιδιώκεται η διερεύνηση των περιβαλλοντικών επιδράσεων (θετικών και αρνητικών) του μετρό Αθηνών. Η διερεύνηση αυτή γίνεται τόσο για τη φάση της κατασκευής, όσο και για τη φάση λειτουργίας. Βασικός στόχος της εργασίας αποτελεί μέσα από την εξέταση και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιδράσεων του μετρό Αθηνών, να διατυπωθούν προτάσεις μέτρων για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιδράσεων.

Η εργασία δομείται σε έξι βασικές ενότητες, οι τρεις πρώτες αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, οι δυο επόμενες την μελέτη περίπτωση που είναι το μετρό Αθηνών και η τελευταία τα συμπεράσματα της εργασίας.

Λέξεις Κλειδιά:

αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα, μητροπολιτικός αστικός σιδηρόδρομος (μετρό), Μετρό Αθηνών, περιβαλλοντικές επιδράσεις

ATHENS METRO AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Summary

The phenomenon of urbanization and the rapid increase of population in cities have created new needs of transfer. To face these new requirements public transport was developed, especially in the urban rail, such as subways. So the urban rail has been rapidly spread and prevalence worldwide, mainly because of the important benefits accruing. Today the urban rail network reached a leading role in the functioning and development of modern cities.

In this paper we look for the investigation of environmental effects. The investigation was carried out both for the construction phase and the operational phase. The main purpose of the survey is through the examination and analysis of environmental effects of the Athens Metro, to be formulated proposals for measures to counter the negative effects. The project is structured into six main sections, the first three are the theoretical background work, the two next are a study for Athens Metro and the final the conclusions of the study.

Keywords:

Urban rail networks, metropolitan subway (metro), Athens Metro, environmental effects

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την Κα Ρεντεντζή Μαρία, αναπληρώτρια Καθηγήτρια της Σχολής ΣΕΜΦΕ για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, για την υποστήριξή της καθώς και την εκπληκτική συνεργασία που είχαμε σε όλα τα στάδια της. Επιπλέον, οφείλω να την ευχαριστήσω για την σωστή καθοδήγηση αλλά και για τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Παράλληλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής: Κα Παπαδοπούλου Μαρία, Επίκουρη Καθηγήτρια Τομέα Γεωγραφίας και Περιφερειακού σχεδιασμού και τον Κο Μπακογιάννη Ευθύμιο Ε.Δι.Π. , για τις εποικοδομητικές συμβουλές, υποδείξεις και παρατηρήσεις τους.

Εξίσου θερμά ευχαριστώ την Κα Αλίκη Τζίκα – Χατζοπούλου, Ομότιμη Καθηγήτρια ΣΕΜΦΕ για τις συμβουλές, τις υποδείξεις και τις γενικότερες γνώσεις που μου μετέδωσε.

Ο χρόνος που αφιέρωσαν όλοι, οι γνώσεις τους και οι συμβουλές τους υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες για την ολοκλήρωση του έργου.

Αθήνα, Ιούνιος 2014

Καραγιάννης Γεώργιος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ	9
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
Α' ΜΕΡΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ	14
1.1. Εισαγωγή	14
1.2. Τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα	14
1.3. Η σημασία των αστικών σιδηροδρομικών δικτύων για τις σύγχρονες πόλεις	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ (ΜΕΤΡΟ)	22
2.1. Γενικά Χαρακτηριστικά	22
2.2. Διεθνής Εμπειρία	23
2.3. Μέθοδοι Κατασκευής Μετρό	26
2.4. Στοιχεία Εκμετάλλευσης Μετρό	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟ	29
3.1. Περιβαλλοντικές Επιδράσεις των Μετρό από τη Διεθνή Εμπειρία 29	
3.1.1. Το Μετρό στο Λονδίνο	29
3.1.2. Το Μετρό στην Βουδαπέστη	32
3.1.3. Το Μετρό στο Βερολίνο	34
3.2. Μέτρα Αντιμετώπισης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Μετρό	36
3.3. Η Ελληνική Νομοθεσία για την Περιβαλλοντική Προστασία στα Τεχνικά Έργα	39

Β' ΜΕΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ	46
4.1. Γενικά Χαρακτηριστικά	46
4.2. Μέθοδοι κατασκευής του μετρό Αθηνών	51
4.3. Μελλοντικές επεκτάσεις	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Περιβαλλοντικές Επιδράσεις του Μετρό Αθηνών	58
5.1. Οι θετικές επιδράσεις	58
5.1.1. Οικονομικές Επιδράσεις	58
5.1.2. Αναπτυξιακές Επιδράσεις	59
5.1.3. Περιβαλλοντικές επιδράσεις	60
5.2. Οι αρνητικές επιδράσεις	61
5.2.1. Αρνητικές επιδράσεις κατά την κατασκευή ή την επέκταση των γραμμών του Μετρό	62
5.2.2. Αρνητικές επιδράσεις κατά τη λειτουργία του Μετρό	64
5.3. Τα μέτρα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων	77
5.3.1. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης του θορύβου	78
5.3.2. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	82
5.3.3. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης της ασφάλειας των μετακινήσεων των οχημάτων και των πεζών.....	84
5.3.4. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος της στάθμευσης.....	89
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	91
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	95
ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ	97

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Μητροπολιτικός σιδηρόδρομος (μετρό)	15
Εικόνα 1.2 Σύγχρονο Τράμ.....	16
Εικόνα 1.3 Η διαφορά της μεταφορικής ικανότητας των ΙΧ αυτοκινήτων και των αστικών σιδηροδρομικών μέσων.....	19
Εικόνα 1.4 Σύγκριση Ενεργειακής Κατανάλωσης των Μέσων Μεταφοράς στις Ευρωπαϊκές Πόλεις	21
Εικόνα 2.1 Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος (μετρό).....	22
Εικόνα 2.2 Εξέλιξη του αριθμού των πόλεων που διαθέτουν δίκτυο μετρό παγκοσμίως	24,25
Εικόνα 3.1 Σταθμός του Μετρό του Λονδίνου	30
Εικόνα 3.2 Συλλογή ξυλείας για ανακύκλωση στο μετρό του Λονδίνου (L.U. Environment report, 2006).....	32
Εικόνα 3.3 Σταθμός της κόκκινης γραμμής M2 του Μετρό της Βουδαπέστης.....	33
Εικόνα 3.4 Σταθμός Alexanderplatz στο Βερολίνο	35
Εικόνα 4.1 Ο Σταθμός του Πειραιά	46
Εικόνα 4.2 Το Μετρό Αθήνας, διακλαδώσεις σε επίγεια διαδρομή	46
Εικόνα 4.3 Το Μετρό της Αθήνας	50
Εικόνα 4.4 Επέκταση γραμμής 3 προς Πειραιά	53
Εικόνα 4.5 Επέκταση γραμμής 3 προς Πειραιά	55
Εικόνα 4.6 Κατασκευή γραμμής 4 Αλσος Βεΐκου-Μαρούσι.....	56
Εικόνα 4.7 Το μετρό της Αθήνας και οι μελλοντικές του επεκτάσεις	57
Εικόνα 5.1 Κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο της Αθήνας	66
Εικόνα 5.2 Εξάτμιση οχήματος.....	69

Εικόνα 5.3 Κατάληψη επιφανειών από στάθμευση των οχημάτων γύρω από τον σταθμό του Αγ.Αντωνίου	77
Εικόνα 5.4 Μειωτής ταχύτητας " σαμαράκι"	80
Εικόνα 5.5 Διασπορά των ρύπων	84
Εικόνα 5.6 Ανυψωμένη διάβαση πεζών	86
Εικόνα 5.7 Διαπλάτυνση πεζοδρομίου στις διαβάσεις	86
Εικόνα 5.8 Ειδικές διαμορφώσεις στις εισόδους των σταθμών	87

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Τεχνικά-Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Αστικών Σιδηροδρομικών μέσων	17
Πίνακας 1.2 Βασικά χαρακτηριστικά των γενικών κατηγοριών των μέσων μεταφοράς.....	19
Πίνακας 2.1 Καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του μεταφορικού μέσου του μετρό	23
Πίνακας 3.1 Συγκριτικές τιμές θορύβου σε σταθμούς του Μετρό της Αθήνας	37
Πίνακας 4.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά γραμμής 1	48
Πίνακας 5.1 Επιτρεπόμενα όρια θορύβου	66
Πίνακας 5.2 Κλιμακωτή διαβάθμιση εκπομπής ρύπων ανά χιλιόμετρο κυκλοφορίας διαφορετικών οχημάτων.....	71
Πίνακας 5.3 Αντιστοίχιση σταθμών μελέτης-σταθμών ΥΠΕΧΩΔΕ.....	72
Πίνακας 5.4 Ρύποι ανάλογα με το είδος του οχήματος	82

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά το τελευταίο αιώνα όπου εντάθηκε το φαινόμενο της αστικοποίησης, τα αστικά κέντρα αύξησαν κατακόρυφα τον πληθυσμό τους. Οι εξελίξεις αυτές επεκτείνανε τις πόλεις σε μεγαλύτερης έκτασης περιοχές, δημιουργώντας έτσι νέες ανάγκες για μετακινήσεις. Για να αντιμετωπιστούν οι νέες αυτές ανάγκες αναπτύχθηκαν τα μέσα μαζικής μεταφοράς και ιδιαίτερα τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα, όπως το μετρό. Τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα γρήγορα επεκτάθηκαν και επικράτησαν σε παγκόσμιο επίπεδο, εξαιτίας κυρίως των πολλών και σημαντικών πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνουν. Έτσι λοιπόν τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα και ιδιαίτερα το μετρό, έφτασε σήμερα σε σημείο να διαδραματίζει πρωτεύοντα στην λειτουργία αλλά και στην ανάπτυξη των σύγχρονων πόλεων.

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας διερευνώνται οι περιβαλλοντικές επιδράσεις (θετικές και αρνητικές) του μετρό Αθηνών. Η διερεύνηση των επιπτώσεων του μετρό Αθηνών γίνεται τόσο για τη φάση της κατασκευής, όσο και για τη φάση λειτουργίας.

Βασικός στόχος της παρούσας εργασίας είναι μέσα από την εξέταση και ανάλυση των περιβαλλοντικών επιδράσεων του μετρό Αθηνών, να διατυπωθούν προτάσεις μέτρων για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιδράσεων.

Η εργασία δομείται σε έξι βασικές ενότητες, οι τρεις πρώτες αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, οι δυο επόμενες την μελέτη περίπτωση που είναι το μετρό Αθηνών και η τελευταία τα συμπεράσματα της εργασίας. Ειδικότερα οι ενότητες της εργασίας είναι οι εξής:

- Στην πρώτη ενότητα αναλύονται σε θεωρητικό επίπεδο τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα και διερευνάται η σημασία τους στη δομή αλλά και στη λειτουργία των σύγχρονων πόλεων.
- Στην δεύτερη ενότητα εξετάζεται πιο εξειδικευμένα το μετρό ως μέσο μεταφοράς, αναλύοντας τα γενικά του χαρακτηριστικά, τη διεθνής

εμπειρία, τις μεθόδους κατασκευής μετρό που έχουν αναπτυχθεί διεθνώς, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά εκμετάλλευσης του μετρό.

- Στην τρίτη ενότητα εξετάζονται και πάλι σε θεωρητικό επίπεδο, οι περιβαλλοντικές επιδράσεις των μετρό διεθνώς, αναλύοντας την διεθνή εμπειρία από τρία ευρωπαϊκά μετρό (Λονδίνο, Βουδαπέστη και Βερολίνο), τα μέτρα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των μετρό, καθώς και η ελληνική νομοθεσία για την περιβαλλοντική προστασία στα τεχνικά έργα
- Στην τέταρτη ενότητα εξετάζεται το μετρό Αθηνών και ειδικότερα τα γενικά χαρακτηριστικά του, οι μέθοδοι κατασκευής του και οι μελλοντικές επεκτάσεις
- Στην Πέμπτη και τελευταία ενότητα αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιδράσεις του Μετρό της Αθήνας, θετικές και αρνητικές, τόσο κατά τη φάση της κατασκευής, όσο και κατά τη φάση της λειτουργίας. Επίσης στην ενότητα αυτή εξετάζονται τα προτεινόμενα μέτρα για την αντιμετώπιση των αρνητικών επιπτώσεων.
- Στην έκτη και τελευταία ενότητα, από το σύνολο των ενοτήτων που προηγήθηκαν διατυπώνονται κάποια βασικά συμπεράσματα, κυρίως για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις των μετρό και για τους τρόπους αντιμετώπισής τους.

Α' ΜΕΡΟΣ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΤΑ ΑΣΤΙΚΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ

1.1. Εισαγωγή

Ο σιδηρόδρομος αποτελεί ένα χερσαίο σύστημα μαζικής μεταφοράς, το οποίο διαθέτει μια μακρά ιστορία και γνωρίζει ταχύτερη ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες. Ο σιδηρόδρομος κινείται ηλεκτρικά ή μηχανικά μέσω σιδερένιων χαλύβδινων τροχών σε αποκλειστικά δικό τους διάδρομο κυκλοφορίας που ορίζεται από παράλληλες μεταξύ τους σιδηροτροχιές (Πυργίδης, 2006).

Σήμερα ο σιδηρόδρομος διακρίνεται σε επιμέρους συστήματα ανάλογα με το γεωγραφικό / πολεοδομικό περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί. Έτσι διακρίνουμε τον υπεραστικό σιδηρόδρομο, τον προαστιακό σιδηρόδρομο, το σιδηρόδρομο μεγάλων κατά μήκος κλίσεων και τον αστικό σιδηρόδρομο στον οποίο θα επικεντρωθεί η παρούσα ενότητα.

Ο αστικός σιδηρόδρομος αποτελεί το σιδηροδρομικό σύστημα που εξυπηρετεί μετακινήσεις μέσα στα όρια μιας πόλης. Τα αστικά σιδηροδρομικά συστήματα διακρίνονται σε μητροπολιτικό σιδηρόδρομο (μετρό), ελαφρύ μετρό, τραμ και καλωδιοκίνητο σιδηρόδρομο.

1.2. Τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα

Όπως αναφέρθηκε και εισαγωγικά τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα εξυπηρετούν μετακινήσεις μέσα στα όρια μιας πόλης. Διακρίνονται τέσσερα αστικά σιδηροδρομικά μέσα:

- Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομο (μετρό)
- Το ελαφρύ μετρό
- Το τραμ
- Ο καλωδιοκίνητος σιδηρόδρομος.

Ειδικότερα ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος ή μετρό κινείται σε απομονωμένο διάδρομο κυκλοφορίας, που στο μεγαλύτερό του μέρος είναι υπόγειος, ενώ σε λίγες περιπτώσεις είναι επίγειος και υπέργειος (Εικόνα 1.1.). Το πρώτο μετρό στον κόσμο κατασκευάστηκε το 1863 στο Λονδίνο, εκ τότε έχουν κατασκευαστεί σε όλα τον πλανήτη πολλά συστήματα μετρό, ενώ συνεχίζονται να κατασκευάζονται νέα και να επεκτείνονται τα ήδη υφιστάμενα. Το μετρό ενδείκνυται για πόλεις μεγαλύτερες από ένα εκατομμύριο κατοίκους, εκεί δηλαδή όπου υπάρχουν έντονες ανάγκες για μετακίνηση (Κάδη, 2004).



Εικόνα 1.1. Μητροπολιτικός σιδηρόδρομος (μετρό)

Όσον αφορά το τραμ, στα ελληνικά η λέξη σημαίνει τροχιόδρομος και εννοείται ως ο σιδηρόδρομος πόλης. Το τραμ αναπτύχθηκε στα τέλη του 19^{ου} αιώνα, όπου μονοπώλησε τις αστικές μαζικές μεταφορές. Όμως την δεκαετία του 60 αντικαταστάθηκε από τα λεωφορεία λόγω μικρότερου λειτουργικού κόστους.

Σήμερα σε πολλές πόλεις του κόσμου επανέφεραν ή ανέπτυξαν από την αρχή δίκτυα σύγχρονου τραμ (Εικόνα 1.2.). Το σύγχρονο τραμ είναι ηλεκτροκινούμενο τρένο με χαλύβδινους τροχούς που κινείται σχεδόν αποκλειστικά επιφανειακά κατά μήκος αστικών ή προαστιακών οδικών αρτηριών. Το μέσο αυτό συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα, (όπως ότι είναι αθόρυβο, δεν προκαλεί ατμοσφαιρική ρύπανση κλπ.) για το λόγο αυτό επανήλθε και πάλι στο προσκήνιο. Μάλιστα αναφέρεται πως σε ορισμένες πόλεις της Γαλλίας, της Ιταλίας και της Γερμανίας τα σύγχρονα

τραμ έχουν συμβάλει στην περιβαλλοντική και τουριστική αναβάθμιση (Πυργίδης, 2006).



Εικόνα 1.2. Σύγχρονα Τράμ

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί, ότι το τραμ είναι η μοναδική λύση αστικού μαζικού μέσου μεταφοράς που έχει σαν αποτέλεσμα τη δραστική απομάκρυνση του ΙΧ αυτοκινήτων από τις περιοχές διέλευσής του. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με την τοποθέτηση του κατά μήκος των υφιστάμενων οδικών αρτηριών περιορίζοντας έτσι αισθητά τους χώρους στάθμευσης παρά την οδό, των οδικών οχημάτων.

Σχετικά με τον καλωδιακό σιδηρόδρομο χρησιμοποιείται για μικρές αποστάσεις με πολύ μεγάλη υψομετρική διαφορά (δίκτυα μήκους μέχρι 2.500 m και με κατά μήκος κλίσεις 10-100%). Το μέσο αυτό αποτελείται από σιδηροδρομικά οχήματα (ή καμπίνες τα οποία κινούνται με τη βοήθεια καλωδίου πάνω σε κλασικές σιδηροτροχιές. Τα οχήματα είναι μόνιμα συνδεδεμένα στα δυο άκρα του καλωδίου και κινούνται ταυτόχρονα, καθώς το ανερχόμενο όχημα χρησιμοποιήσει τη δύναμη βαρύτητας του κατερχόμενου. Την ομαλή κίνηση του καλωδίου εξασφαλίζει ένας ηλεκτροκίνητος κινητήρας που βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο του δικτύου (Πυργίδης, 2006).

Τέλος επιχειρείται μια συγκριτική ανάλυση των αστικών σιδηροδρομικών μέσων όσον αφορά τα τεχνικά και λειτουργικά τους χαρακτηριστικά Έτσι στον πίνακα που ακολουθεί εμφανίζονται τα χαρακτηριστικά (τεχνικά και λειτουργικά) όλων των αστικών σιδηροδρομικών μέσων.

Πίνακας 1.1. Τεχνικά-Λειτουργικά Χαρακτηριστικά Αστικών Σιδηροδρομικών Μέσων.

Τεχνικά & λειτουργικά στοιχεία	Μετρό	Τραμ	Καλωδιοκίνητος
Μήκος διαδρομής (km)	10-30	5-15	<2,5
Εύρος γραμμής	Κανονικό και μετρικό	Κανονικό και μετρικό	Συνήθως στενό
Αριθμός τροχιοσειρών	Διπλή	Διπλή	Διπλή ή μονή με γραμμές αποφυγής
Σύστημα έλξης	Ηλεκτροκίνηση	Ηλεκτροκίνηση	Ηλεκτροκίνηση μέσω συρόμενων καλωδίων τοποθετημένος επί της επιδομής
Απόσταση μεταξύ στάσεων (m)	500-1000	400-600	Συνήθως χωρίς ενδιάμεσες στάσεις
Μέση ταχύτητα εκμετάλλευσης (km/h)	30-35	15-25	<15
Κατά μήκος κλίσεις (%)	0-5	0-8	10-90
Συχνότητα Δρομολογίων	2'-10'	2'-15'	Συχνά δρομολόγια ανάλογα του μήκους της διαδρομής
Επιδομή	Συμβατική, σταθερή επιδομή	Συμβατική, εγκιβωτισμένη στο οδόστρωμα	Συμβατική επιδομή με τροχαλίες κατά μήκος της γραμμής για τη στήριξη του καλωδίου
Μέγιστο επιβατικό έργο	45000 άτομα/ώρα /κατεύθυνση	10000-18000 άτομα/ώρα /κατεύθυνση	Μικρή μεταφορική ικανότητα
Ένταξη στο χώρο ως προς την επιφάνεια του εδάφους	Υπόγεια ένταξη κατά κανόνα, σπάνια υπέργεια	Επιφανειακή ένταξη	Επιφανειακή ένταξη
Ένταξη στο χώρο	Σε αποκλειστικό διαχωρισμένο διάδρομο κυκλοφορίας	Σε διαχωρισμένο διάδρομο κυκλοφορίας, σε κοινό διάδρομο με τα οδικά οχήματα	Σε αποκλειστικό διαχωρισμένο διάδρομο κυκλοφορίας
Σύνθεση συρμών	4-10 οχήματα	Αρθρωτά οχήματα	Οχήματα τύπου καμπίνας
Σηματοδότηση	Στο θάλαμο οδήγησης	Ηλεκτρική πλευρική	-
Ισόπεδες διαβάσεις	-	Επιτρέπονται	Απαγορεύονται
Περιβάλλον	Αστικό	Αστικό	Ορεινό, τουριστικές συνδέσεις, αστικές συνδέσεις με μεγάλη υψομετρική διαφορά
Μέγιστη ταχύτητα (km/h)	80	80	15
Ιδιαιτερότητες	Υπόγεια διαδρομή, Μεγάλη μεταφορική ικανότητα, Μεγάλο κόστος κατασκευής	Ιδιαιτερη επιδομή, Ένταξη σε αστικό ιστό (μικρές ακτίνες οριζοντιογραφίας), Επιφανειακό αστικό μέσο	Πολύ μεγάλες κατά μήκος κλίσεις, Μικρό μήκος δικτύου, Κίνηση μέσω καλωδίων, Περιορισμένη και μικρή μεταφορική ικανότητα

Πηγή: Πυργίδης, 2006

1.3. Η σημασία των αστικών σιδηροδρομικών δικτύων για τις σύγχρονες πόλεις

Τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα έχουν αναπτυχθεί ραγδαία σε παγκόσμιο επίπεδο και έχουν αποκτήσει πρωτεύοντα ρόλο ακόμα και στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται μια πόλη. Ο σημαντικότερος ρόλος των αστικών σιδηροδρομικών δικτύων απορρέει από το πλήθος των πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνουν αυτά. Τα πλεονεκτήματα αυτά σε συνδυασμό με την ταχύτερη ανάπτυξη των αστικών κέντρων και την υπερσυγκέντρωση πληθυσμού στις πόλεις ανέδειξαν τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα σε βασικό δομικό και λειτουργικό στοιχείο μιας σύγχρονης πόλης.

Ειδικότερα τα πλεονεκτήματα των αστικών σιδηροδρομικών δικτύων που τα οδήγησε στην πλήρη επικράτησή τους στις σύγχρονες πόλεις έχουν να κάνουν με την μεγάλη μεταφορική ικανότητα επιβατών, την υψηλή χωρητικότητα γραμμής και τη σχετικά μικρή επιφάνεια πολύτιμου αστικού χώρου που καταλαμβάνουν.

Όπως φαίνεται ξεκάθαρα και στον ακόλουθο πίνακα τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα, κυρίως τα βαριά αλλά και τα ελαφρά, διαθέτουν σημαντικά υψηλότερη μεταφορική ικανότητα καθώς και υψηλότερη χωρητικότητα γραμμής. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η μεταφορική ικανότητα του ΙΧ αυτοκινήτου είναι 1,2-2 άτομα ανά όχημα και των οδικών ΜΜΜ 40-300, ενώ η αντίστοιχη μεταφορική ικανότητα των ελαφρών σιδηροδρομικών ΜΜΜ φτάνει τα 40-600 και των βαριών τα 140-2000 άτομα. Από τα στοιχεία αυτά φαίνεται το μέγεθος της διαφοράς της μεταφορικής ικανότητας και την σημαντική υπεροχή των αστικών σιδηροδρομικών μέσων (Εικόνα 1.3.).

Επίσης και η χωρητικότητα γραμμής κάθε μέσου μεταφοράς είναι διαφορετική με σαφή υπεροχή των σιδηροδρομικών έναντι των οδικών. Χαρακτηριστικό στοιχείο αυτής της διαφοροποίησης είναι η χωρητικότητα

γραμμής του ΙΧ αυτοκινήτου είναι σε μια οδό 720-1.050 επιβάτες/ώρα και η αντίστοιχη χωρητικότητα του μετρό φτάνει 10.000-60.000 επιβάτες/ώρα



Εικόνα 1.3. Η διαφορά της μεταφορικής ικανότητας των ΙΧ αυτοκινήτων και των αστικών σιδηροδρομικών μέσων

Πίνακας 1.2. Βασικά Χαρακτηριστικά των γενικών κατηγοριών των μέσων μεταφοράς

Κατηγορία Μέσων Μεταφοράς	Μεταφορική Ικανότητα (επιβάτες/όχημα)	Μέγιστη Συχνότητα (οχήματα/ώρα)		Χωρητικότητα Γραμμής (επιβάτες/ώρα)		Λειτουργική Ταχύτητα (χιλιόμετρα/ώρα)	
		Οδός	Αυτ/μος	Οδός	Αυτ/μος	Οδός	Αυτ/μος
Ιδιωτικό Αυτοκίνητο	1,2-2,0	600-800	1.500-2.000	720-1.050	1.800-2.600	20-50	60-90
Οδικά ΜΜΜ (λεωφορείο, τρόλλευ)	40-300	60-120		2.400-15.000		5-20	
Ελαφρά Σιδηροδρομικά ΜΜΜ (τραμ, ελαφρή μετρό)	40-600	40-90		4.000-20.000		15-45	
Βαριά Σιδηροδρομικά ΜΜΜ (μετρό)	140-2.000	10-40		10.000-60.000		24-70	

Πηγή: Ανδρικοπούλου et. al, 2007

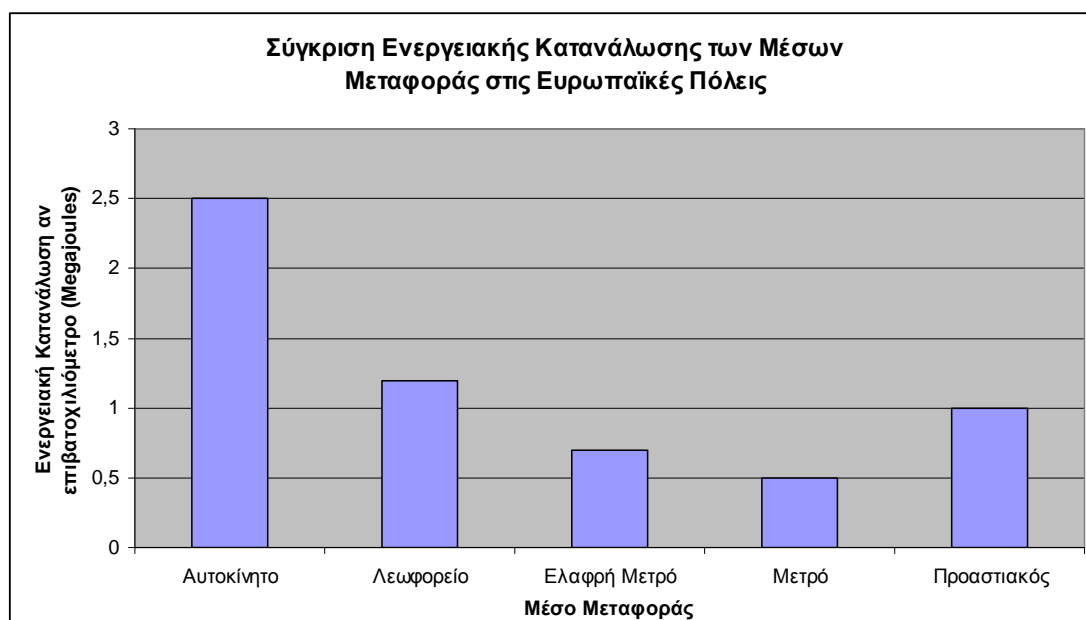
Επιπλέον τα πλεονεκτήματα των αστικών σιδηροδρομικών δικτύων σχετίζονται και με τη μικρή επιφάνεια αστικού χώρου που καταλαμβάνει η μετακίνηση κάθε ανθρώπου. Για παράδειγμα ένας επιβάτης ΙΧ αυτοκινήτου που κινείται με 40 χιλιόμετρα ανά ώρα καταλαμβάνει επιφάνεια 60 τετραγωνικών μέτρων, ενώ ο επιβάτης του μετρό που κινείται με σαφώς μεγαλύτερη ταχύτητα καταλαμβάνει περίπου δέκα φορές λιγότερο χώρο (Ανδρικοπούλου et. al, 2007).

Τέλος τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα, όπως και εν γένει τα μέσα μαζικής μεταφοράς, συμβάλλουν σημαντικά στην βελτίωση της ποιότητας ζωής της πόλης. Έτσι τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα συνεισφέρουν στην βελτίωση της κατάστασης στους εξής τομείς:

- Μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα έχουν μεγαλύτερη μεταφορική ικανότητα καταλαμβάνοντας λιγότερο χώρο από κάθε άλλο μέσο. Παράλληλα με τη χρήση των αστικών σιδηροδρομικών μέσων αυξάνεται και η μέση ταχύτητα των μετακινήσεων μέσα στην πόλη.
- Εξοικονόμηση ενέργειας, πολλές μελέτες αποδεικνύουν ότι η ενεργειακή απόδοση των μέσων μαζικής μεταφοράς και συγκεκριμένα των αστικών σιδηροδρομικών μέσων είναι μεγαλύτερη από αυτή των ΙΧ αυτοκινήτων. Συγκεκριμένα οι έρευνες δείχνουν ότι ένα ΙΧ αυτοκίνητο καταναλώνει 2,5 mega joules ενέργεια ανά επιβατοχιλιόμετρο, ενώ τα αστικά σιδηροδρομικά μέσα (τραμ και μετρό) καταναλώνουν μόλις 0,5-0,7mega joules ενέργεια (εικόνα 1.4.).
- Περιβαλλοντικά οφέλη, τα οποία σχετίζονται κυρίως με την ατμοσφαιρική ρύπανση που προκαλεί η εκπομπή καυσαερίων από τα οχήματα. Πρόσφατες μάλιστα έρευνες έχουν δείξει ότι οι εκπομπές αέριων ρύπων στις πόλεις της Ευρώπης που οφείλονται στις μεταφορές είναι υποδιπλάσιες από αυτές των πόλεων των

ΗΠΑ (98 έναντι 265 kg/άτομο). Η διαφοροποίηση αυτή έχει να κάνει με τη πιο συμπαγή μορφή των πόλεων αλλά και με την πιο εκτεταμένη χρήση των αστικών σιδηροδρομικών μέσων στην Ευρώπη.

- Εξασφάλιση της κινητικότητας σε όλους, τα αστικά σιδηροδρομικά δίκτυα αλλά και γενικότερα τα μέσα μαζικής μεταφοράς προσφέρουν τη δυνατότητα μετακίνησης στο σύνολο του πληθυσμού, ακόμα και σε αυτούς που εμφανίζουν δυσκολίες μετακίνησης όπως είναι τα ΑΜΕΑ, οι ηλικιωμένοι, τα παιδιά κλπ. Έτσι τα μέσα μαζικής μεταφοράς διαδραματίζουν και έναν κοινωνικό ρόλο στην καθημερινότητα μιας πόλης.



Εικόνα 1.4. Σύγκριση Ενεργειακής Κατανάλωσης των Μέσων Μεταφοράς στις Ευρωπαϊκές Πόλεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ (ΜΕΤΡΟ)

2.1. Γενικά Χαρακτηριστικά

Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος, γνωστότερος ως μετρό, ανήκει όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως στα αστικά σιδηροδρομικά μέσα μεταφοράς. Η κίνησή του μετρό πραγματοποιείται ηλεκτρικά, ενώ στη μεγαλύτερη μέρος της διαδρομής του είναι υπόγεια με αποκλειστικό διάδρομο κυκλοφορίας σε συμβατική ή σταθερή επιδομή (Πυργίδης, 2006).



Εικόνα 2.1. Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος (μετρό)

Τα μετρό σε διεθνές επίπεδο προτιμώνται ως μεταφορικό μέσο στα αστικά κέντρα και ειδικότερα στις πόλεις με πληθυσμό μεγαλύτερο του ενός εκατομμυρίου, καθώς συγκεντρώνουν πολλά και σημαντικά πλεονεκτήματα. Τα πλεονεκτήματα του μετρό έχουν να κάνουν με την μεγάλη μεταφορική ικανότητα του, τις υψηλές ταχύτητες που αναπτύσσουν, την άνεση και την ασφάλεια που προσφέρουν στους επιβάτες, την περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας κ.α. Βέβαια δεν λείπουν και τα μειονεκτήματα για το μετρό, όπως το υψηλό κόστος, οι οχλήσεις που δημιουργούνται από την κατασκευή και τη λειτουργία του μετρό κλπ.

Στον πίνακα που ακολουθεί γίνεται μια προσπάθεια καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του μεταφορικού μέσου του μετρό. Όπως φαίνεται στον πίνακα αυτό τα πλεονεκτήματα του μετρό

είσαι σαφώς περισσότερα από τα μειονεκτήματά του, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστικό και ανταγωνιστικό μέσο μεταφοράς.

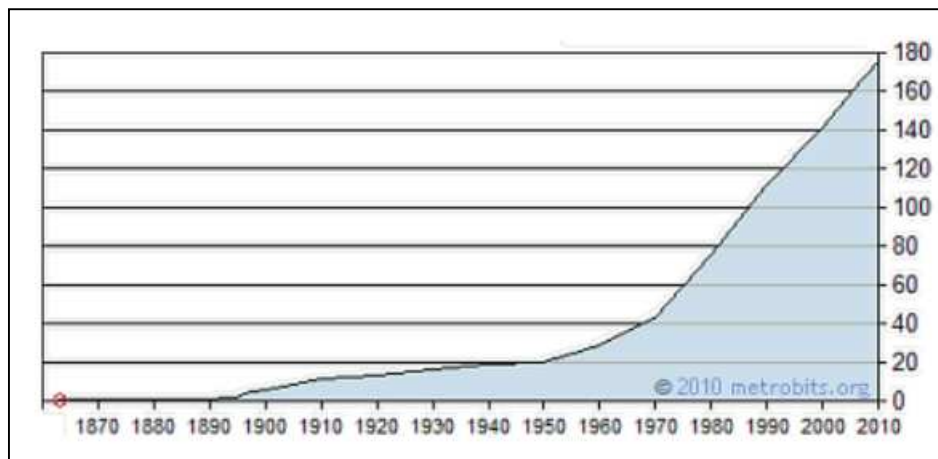
Πίνακας 2.1. Καταγραφή των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων του μεταφορικού μέσου του μετρό.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (+)	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ (-)
<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή μεταφορική ικανότητα • Υψηλές ταχύτητες μεταφοράς • Αξιοπιστία στην μεταφορά (απουσία καθυστερήσεων) • Ασφάλεια στη μεταφορά επιβατών • Χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση • Φιλικό προς το περιβάλλον (εκπέμπει περιορισμένους ρύπους) • Δεν αλλοιώνει την αισθητική του αστικού περιβάλλοντος • Καταλαμβάνει περιορισμένο χώρο 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλό κατασκευαστικό κόστος • Προσωρινές οχλήσεις από την κατασκευή των μετρό • Αίσθηση φόβου που δημιουργείται σε ορισμένους λόγω της υπόγειας κίνησης του • Εμφάνιση προβλημάτων κυκλοφοριακής συμφόρησης και στάθμευσης στις περιοχές των τερματικών σταθμών του μετρό

2.2. Διεθνής Εμπειρία

Ο μητροπολιτικό σιδηρόδρομος (μετρό) διαθέτει μια μακρά ιστορία, καθώς το πρώτο μετρό διεθνώς κατασκευάστηκε το 1863 στην πόλη του Λονδίνου. Μετά από την κατασκευή αυτής της πρώτης γραμμής μετρό, το μεταφορικό αυτό μέσο αναπτύχθηκε ταχύτατα εξαιτίας κυρίως των πλεονεκτημάτων που συγκεντρώνει το μέσο αλλά και των αναγκών που

προέκυπταν στις πόλεις λόγω της έντονης αστικοποίησης. Πιο συγκεκριμένα το 1900 μετρό διέθεταν οκτώ συνολικά πόλεις στο κόσμο. Έπειτα οι πόλεις αυτές αυξήθηκαν μέχρι το 1950 σε 17, ενώ μέχρι το 1980 σε 61 και σε 31 που βρισκόταν σε φάση κατασκευής και μελέτης. Η ραγδαία ανάπτυξη των συστημάτων μετρό σε διεθνές επίπεδο αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα όπως παρουσιάζεται η εξέλιξη του αριθμού πόλεων που διαθέτουν μετρό από 1863 έως σήμερα.



Πηγή: Höfert et. al, 2009

Εικόνα 2.2. Εξέλιξη του αριθμού των πόλεων που διαθέτουν δίκτυο μετρό παγκοσμίως

Σήμερα σε διεθνές επίπεδο λειτουργούν συνολικά 182 συστήματα μετρό, εκ των οποίων το 43,4% βρίσκονται στην Ευρώπη, το 30,8% στην Ασία, το 15,4% στη Βόρεια και Κεντρική Αμερική και το 8,2% στη Λατινική Αμερική.

Επιπλέον τα 182 συστήματα μετρό που λειτουργούν σήμερα διεθνώς διαθέτουν 570 γραμμές, συνολικό μήκος 10.542 χλμ. και 9.315 σταθμούς. Η ημερήσια μετακίνηση επιβατών των μετρό φτάνει τα 102 εκατομμύρια επιβάτες (Διαδικτυακή Πύλη Metro Bits: <http://micro.com/metro/index.html>)

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η χωρική διασπορά των συστημάτων μετρό που λειτουργούν σε παγκόσμιο επίπεδο.



Πηγή: Höfert et. al, 2009

Εικόνα 2.2. Εξέλιξη του αριθμού των πόλεων που διαθέτουν δίκτυο μετρό παγκοσμίως

2.3. Μέθοδοι Κατασκευής Μετρό

Για την κατασκευή των μετρό έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι ώστε να αντιμετωπίζονται οι ιδιαίτερες γεωλογικές και εδαφολογικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή. Οι μέθοδοι που έχουν αναπτυχθεί συνήθως χρησιμοποιούνται συνδυαστικά κατά την κατασκευή ενός συστήματος. Σήμερα διακρίνονται τέσσερις βασικές μέθοδοι κατασκευής συστημάτων μετρό, οι οποίες είναι οι εξής (Απτικό Μετρό: www.ametro.gr):

- Μέθοδος με χρήση μηχανημάτων διάνοιξης σηράγγων: η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί μηχανήματα TBM που διαθέτουν κοπτική κεφαλή και έχουν τη δυνατότητα διάνοιξης σε εδάφη με διαφορετικές εδαφοτεχνικές συνθήκες. Τα μηχανήματα TBM προωθούνται με στεφάνη υδραυλικών εμβόλων κατά την περιστροφή της ολομέτωπης κοπτικής κεφαλής.
- Συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM): η μέθοδος αυτή είναι η δεύτερη κατασκευαστική διαδικασία που εφαρμόζεται διεθνώς για την κατασκευή σηράγγων με υπόγεια μέθοδο διάνοιξης. Βασική αρχή της μεθόδου αυτής είναι η διατήρηση της αντοχής του περιβάλλοντος στη σήραγγα εδάφους και η πλήρης αξιοποίηση της. Έτσι παραμορφώνεται ελεγχόμενα το έδαφος παρουσία εύκαμπτης υποστήριξης που επιδρά θετικά και έχει ως αποτέλεσμα την ασφαλή ανάπτυξη της αντοχής του.
- Μέθοδος ανοιχτού ορύγματος (Cut & Cover): η μέθοδος αυτή είναι απλή ως σύλληψη. Αρχικά σκάβεται το όρυγμα και αντιστηρίζονται τα πρανή του καταλλήλως - στα έργα του Μετρό τα πρανή προβλέπονται πάντοτε κατακόρυφα. Ακολουθώς «κτίζεται» ο μόνιμος φορέας του σταθμού ή της σήραγγας ξεκινώντας από τη θεμελίωση προς τα επάνω δηλαδή ως μια συνήθης οικοδομή. Τέλος, γίνεται επικάλυψη της κατασκευής με επίχωση ως την επιφάνεια του εδάφους και αποκαθίσταται η περιοχή. Η μέθοδος

αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στις κεντρικές περιοχές των πόλεων, ενώ σε πιο απομακρυσμένες περιοχές προτιμάται η μέθοδος ανοικτής εκσκαφής για την κατασκευή τόσο σηράγγων όσο και σταθμών Μετρό. Επιπλέον η συγκεκριμένη μέθοδος χρησιμοποιείται και σε περιπτώσεις όπου, ακόμα και αν βρισκόμαστε στο κέντρο της πόλης, υπάρχει διαθέσιμος χώρος.

- Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Cover & Cut): η μέθοδος αυτή αποτελεί παραλλαγή της μεθόδου ανοικτής εκσκαφής. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο μειωμένος χρόνος εκτεταμένων εργοταξιακών καταλήψεων και η ταχύτητα αποκατάστασης και απόδοσης σε χρήση της περιοχής (οδική κυκλοφορία, πλατείες, κλπ), και τελικώς η αποφυγή μακρόχρονης όχλησης των λειτουργιών της πόλης. Τα μειονεκτήματα της είναι, κυρίως, το αυξημένο κόστος και η πολυπλοκότερη κατασκευαστική διαδικασία.

2.4. Στοιχεία Εκμετάλλευσης Μετρό

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως τα συστήματα μετρό εμφανίζουν μεγάλη μεταφορική ικανότητα και συγκεντρώνουν πλήθος πλεονεκτημάτων κατά τη λειτουργία τους. Έτσι στο σημείο αυτό θα αναφερθούν ορισμένα βασικά στοιχεία από την εκμετάλλευση των συστημάτων μετρό.

Αρχικά η μεταφορική ικανότητα του μετρό φτάνει μέρι και 45.000 επιβάτες ανά κατεύθυνση και ανά ώρα. Η μέση ταχύτητά του φτάνει τα 30-40 χλμ/ώρα, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστικό έναντι των άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς που εμφανίζουν σαφώς χαμηλότερη μέση ταχύτητα.

Για την λειτουργία ενός συστήματος μετρό απαιτούνται κάποιοι συγκεκριμένοι χώροι και στοιχεία, που να καλύπτουν βασικές ανάγκες. Οι χώροι και τα στοιχεία αυτά είναι: οι αποβάθρες των επιβατών, οι

εγκαταστάσεις έκδοσης ή ελέγχου εισιτηρίων και οι πινακίδες πληροφόρησης των επιβατών

Οι αποβάθρες μπορεί να είναι είτε πλευρικές είτε κεντρικές, και στις δυο περιπτώσεις στόχος των αποβάθρων είναι η όσο το δυνατό καλύτερη και πιο άνετη εξυπηρέτηση των επιβατών. Το πλάτος των αποβαθρών καθορίζεται από την αναμενόμενη κυκλοφορία αιχμής των επιβατών. Το ελάχιστο πλάτος τους είναι 2,5 μέτρα, ενώ το συνηθισμένο 3,5-4,0 μέτρα.

Επίσης στα συστήματα μετρό και ειδικότερα στους σταθμούς αντιμετωπίζεται το πρόβλημα της αλλαγής επιπέδων στην κυκλοφορία των επιβατών. Έτσι για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος χρησιμοποιούνται κλίμακες, οι οποίες πλέον είναι στο σύνολό τους κυλιόμενες. Παράλληλα με τις κλίμακες υπάρχουν και ανελκυστήρες για την εξυπηρέτηση των ανθρώπων με κινητικές δυσκολίες.

Ακόμα οι σταθμοί των μετρό διαθέτουν εξαιρετική αισθητική καθώς διακοσμούνται σύμφωνα με την κουλτούρα της περιοχής. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις σταθμών μετρό με εξαιρετική διακόσμηση είναι οι σταθμοί του μετρό της Μόσχας και της Αθήνας. Ειδικότερα οι σταθμοί του μετρό της Μόσχας έχουν υψηλή αισθητική με όμορφους πολυελαίους και αξιόλογα ψηφιδωτά. Οι σταθμοί του μετρό της Αθήνας είναι όμορφα διακοσμημένοι και σε ορισμένες περιπτώσεις όπως για παράδειγμα οι σταθμοί Ευαγγελισμός και Πανεπιστήμιο, αναδεικνύονται αρχαιολογικά ευρήματα που έχουν βρεθεί στην περιοχή κατά την κατασκευή του μετρό.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι σταθμοί ενός δικτύου μετρό πρέπει να νοηθούν σαν κόμβοι αλλαγής μέσου, όπου το προηγούμενο ή το επόμενο μέσο είναι συνήθως: η πεζή διαδρομή, το λεωφορείο, το ΙΧ αυτοκίνητο, μια άλλη γραμμή μετρό, η σιδηροδρομική γραμμή, το τραμ κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΟ

3.1. Περιβαλλοντικές Επιδράσεις των Μετρό από τη Διεθνή Εμπειρία

Η αύξηση του πληθυσμού των αστικών κέντρων κατέστησε αναγκαία την διασύνδεση των συνοικιών με τα κέντρα τους. Το 1900, το 14% των κατοίκων ζούσε σε μεγάλες πόλεις, το 1950 αυξήθηκε στο 30%, ενώ ξεπέρασε το 50% το 2000. Η αστικοποίηση δημιουργεί όλο και περισσότερο την ανάγκη μεγάλων έργων υποδομής για την εξυπηρέτηση των πολιτών. Η ανάγκη αυτή υπήρχε από το 1863 ακόμα, όταν και λειτούργησε ο πρώτος υπόγειος σιδηρόδρομος του Λονδίνου, ενώ ακολούθησαν και άλλες μεγάλες πόλεις παγκοσμίως (Βουδαπέστη 1896, Βερολίνο 1902, κ.α.)

Η αστικοποίηση και τα μεγάλα έργα υποδομής που τη συνοδεύουν προκαλούν τις γνωστές περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα, στη γεωμορφολογία, στους ανθρώπινους πληθυσμούς. (Παπαδόπουλος Μ., 2004)

3.1.1. Το Μετρό στο Λονδίνο

Στο Λονδίνο κατασκευάστηκε ο πρώτος υπόγειος σιδηρόδρομος. Το 1854 ψηφίστηκε η έγκριση της κατασκευής του υπόγειου σιδηροδρομικού δικτύου μεταξύ του σταθμού Paddington και του Farringdon Street και ονομάστηκε Μητροπολιτικός Σιδηρόδρομος, ο οποίος ξεκίνησε τη λειτουργία του στις 10 Ιανουαρίου 1863. Ο Μητροπολιτικός Σιδηρόδρομος, στη σημερινή του μορφή (Tube), ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1985. Σήμερα υπολογίζεται ότι μεταφέρει περίπου 3 εκατομμύρια επιβάτες καθημερινώς, σε 11 γραμμές, εξυπηρετώντας 270 στάσεις. Ο αριθμός των επιβατών που χρησιμοποιούν το Μετρό του Λονδίνου ετησίως ανέρχεται πάνω από το ένα δισεκατομμύριο. (<http://www.tfl.gov.uk>)

Η ταχεία ανάπτυξη του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων των αστικών περιοχών, όμως, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες χρηματοδότησης

από χρηματοοικονομικά ιδρύματα, συνέβαλαν στην ταχεία εξάπλωση των ιδιωτικών οχημάτων με σοβαρές περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις (ατμοσφαιρική ρύπανση, ηχορύπανση, κυκλοφοριακή συμφόρηση κ.α.). Η ενθάρρυνση της χρήσης των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, σε συνδυασμό με την βελτίωση της ποιότητας των αστικών συγκοινωνιών αποτελεί σήμερα μια πολιτική που ακολουθείται στο Λονδίνο.



Εικόνα 3.1. Σταθμός του Μετρό του Λονδίνου

Η εταιρεία London Underground Limited (LUL) έχει δώσει ιδιαίτερη σημασία στην βελτίωση της ποιότητας ζωής του Λονδίνου. Έχει συσταθεί ειδική επιτροπή η οποία συνεργάζεται με τις τοπικές αρχές, το προσωπικό, τους κατοίκους, τους εργαζόμενους και τους επισκέπτες για να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του Μετρό. Σκοπός τους είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, η αποσυμφόρηση των δρόμων και η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης (L.U. Environment report, 2006)

Η εταιρεία London Underground Limited είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας του Λονδίνου, ενώ συγκαταλέγεται μέσα στους 10 μεγαλύτερους του Ηνωμένου Βασιλείου. Στα επόμενα 20 χρόνια, με την έλευση ακόμα πιο εξελιγμένου στόλου τρένων, αναμένεται

η κατανάλωση να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. Για την εξισορρόπηση αυτής της αναμενόμενης αύξησης στην κατανάλωση ενέργειας, η εταιρεία αποσκοπεί στην πιο ορθολογική χρήση της ενέργειας και στην αναζήτηση ηπιότερων μορφών ενέργειας. Κατά την περίοδο 2005 – 2006 επιτεύχθηκε ο στόχος μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας του κάθε σταθμού κατά 20%. (L.U. Environment report, 2006)

Ένα ζήτημα που επίσης απασχολεί την London Underground Limited (LUL) είναι η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων και εξελιγμένων - λιγότερο ρυπογόνων οχημάτων (υβριδικά) και τεχνολογιών. (L.U. Environment report, 2006)

Η μόλυνση των υδάτων, επίσης έχει απασχολήσει την London Underground Limited (LUL). Στο παρελθόν, λόγω λανθασμένων ενεργειών της εταιρείας, υπήρχαν περιπτώσεις μόλυνσης των υδάτων, οι οποίες όμως δεν επιτρέπονται πλέον λόγω των αλλαγών στην νομοθεσία. Κατά την περίοδο 2005 – 2006 δεν υπήρχαν περιστατικά μόλυνσης υδάτων ή εδάφους. Υπήρξαν μόνο δύο περιπτώσεις διαρροής καυσίμου, για τις οποίες ενημερώθηκε η Υπηρεσία Περιβάλλοντος που ενέκρινε τον τρόπο αντιμετώπισής τους. (L.U. Environment report, 2006)

Η ηχορύπανση και οι κραδασμοί είναι δύο θέματα που επίσης απασχολούν την εταιρεία. Ο θόρυβος δημιουργείται κυρίως από την επαφή των τροχών με τη σιδηροδρομική επιφάνεια, από τα διάφορα τεχνικά έργα, από τις δημόσιες ανακοινώσεις, από τα σφυρίγματα των τρένων και από τα οχήματα διανομής. Επίσης η συντήρηση δημιουργεί θόρυβο και κραδασμούς. Για τον λόγο αυτό, έχουν θεσπιστεί διαδικασίες αξιολόγησης του θορύβου, ενώ την περίοδο 2005 – 2006 παρουσιάσθηκε μία μείωση της τάξεως του 2 dB στον παραγόμενο θόρυβο σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά. (L.U. Environment report, 2006)

Ένας ακόμα σημαντικό ζήτημα είναι η διαχείριση των αποβλήτων. Τα απόβλητα προέρχονται από τα γραφεία, τους σταθμούς, τις εργασίες

συντήρησης, επισκευής αλλά και από μεγάλα έργα κατασκευής ή αντικατάστασης τμημάτων του δικτύου. Στόχος τους αποτελεί η μείωση των αποβλήτων αλλά και η ανακύκλωση αυτών. Κατά την περίοδο 2005 – 2006 ξεκίνησε λεπτομερής καταγραφή των επιπέδων των αποβλήτων και της ανακύκλωσης. Στις αρχές του έτους τέθηκε στόχος να επιτευχθεί ανακύκλωση 25% των αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων. Ο στόχος επιτεύχθηκε με την εισαγωγή ειδικών κάδων ανακύκλωσης σε ορισμένους σταθμούς. (L.U. Environment report, 2006)



Εικόνα 3.2 Συλλογή ξυλείας για ανακύκλωση στο μετρό του Λονδίνου
(L.U. Environment report, 2006)

Τέλος, σημαντικό θέμα αποτελεί για την εταιρεία και το περιβάλλον που περιλαμβάνει τους κατοίκους και την βιοποικιλότητα, θέτοντας ως στόχο την διατήρηση της βιοποικιλότητας και την ποιοτική αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων της περιοχής. (L.U. Environment report, 2006)

3.1.2. Το Μετρό στην Βουδαπέστη

Στην ίδια λογική κινούνται και οι περισσότερες εταιρείες μητροπολιτικών σιδηρόδρομων παγκοσμίως. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί και το Μετρό στη Βουδαπέστη. Η πρώτη γραμμή του Μετρό ξεκίνησε τη λειτουργία της το 1896. Το 2002 η UNESCO το συμπεριέλαβε στον

κατάλογο των Μνημείων Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς. Σήμερα λειτουργούν συνολικά 3 γραμμές, η M1 (κίτρινη γραμμή), η M2 (κόκκινη γραμμή) και η γραμμή M3 (μπλε γραμμή). Υπό κατασκευή βρίσκεται η τετάρτη γραμμή M4. (www.metro4.hu)

Σύμφωνα με την ετήσια έκθεση της εταιρείας BKV ÖNNEK JAR, ο βασικός στόχος τους είναι η παροχή υψηλού επιπέδου υπηρεσιών στους επιβάτες, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προστασία του περιβάλλοντος. (BKV Jrt, 2010)

Η εταιρεία συμπεριλαμβάνει την εξοικονόμηση ενέργειας και την αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας μεταξύ των βασικών προτεραιοτήτων της, επιτυγχάνοντας έτσι μια σημαντική μείωση της κατανάλωσης το 2010 σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά. (BKV Jrt, 2010). Η χρήση του Μετρό στην Βουδαπέστη είχε ως αποτέλεσμα την μείωση των ιδιωτικών οχημάτων στους δρόμους της πόλης κατά 8.000 τις πρωινές ώρες αιχμής. (www.metro4.hu)



Εικόνα 3.3. Σταθμός της κόκκινης γραμμής M2 του Μετρό της Βουδαπέστης

Όσον αφορά τον θόρυβο και τις δονήσεις, είναι αισθητά αυξημένες στις περιοχές όπου γίνεται η επέκταση της νέας γραμμής, θα σταματήσουν όμως με την ολοκλήρωση της κατασκευής της. (www.metro4.hu)

Σημαντική βελτίωση αναμένεται να παρουσιασθεί, μετά την ολοκλήρωση της νέας γραμμής και στην ποιότητα του αέρα, καθώς αναμένεται ακόμα μεγαλύτερη μείωση της κίνησης των ιδιωτικών οχημάτων.
(www.metro4.hu)

Γενικότερα η κατασκευή της νέας γραμμής του Μετρό της Βουδαπέστης αναμένεται να επηρεάσει θετικά την ποιότητα του περιβάλλοντος της πόλης, ειδικά στις περιοχές που θα επεκταθεί. Ενώ, κάθε πιθανή επίπτωση στο περιβάλλον μπορεί, λόγω των γνώσεων, της νομοθεσίας και των τεχνικών μέσων που υπάρχουν σήμερα, να αποφευχθεί.
(www.metro4.hu)

3.1.3. Το Μετρό στο Βερολίνο

Όπως και σε άλλες μεγάλες πόλεις, έτσι και στο Βερολίνο η αύξηση του πληθυσμού της οδήγησε σε αύξηση της ανάγκης μετακίνησης των πολιτών της. Το Μετρό στο Βερολίνο (U-Bahn) ξεκίνησε τη λειτουργία του το 1902. Η αυξημένη δημοτικότητα του οδήγησε γρήγορα στην ανάγκη επέκτασης των γραμμών του. Ωστόσο η διέλευση του Α' Παγκοσμίου Πολέμου υπήρξε ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη του δικτύου, με τον τελευταίο σταθμό να ξεκινάει τη λειτουργία του το 1913.

Μετά τον πόλεμο, οι απαιτήσεις των κατοίκων στις πιο απομακρυσμένες από το κέντρο της πόλης, περιοχές, οδήγησαν σε νέες επεκτάσεις του δικτύου, από διάφορες εταιρείες που κατασκεύαζαν και λειτουργούσαν τις γραμμές έως το 1929 που συστάθηκε η Berliner Verkehrsbetriebe (BVG). Ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος, όμως διακόπτει κάθε περαιτέρω επέκταση του δικτύου, παρά τα μεγαλεπήβολα σχέδια της κυβέρνησης.

Κατά την περίοδο του πολέμου η χρήση του U-Bahn αυξήθηκε σημαντικά, λόγω του περιορισμού των μετακινήσεων με αυτοκίνητα και λόγω τις ασφάλειας που παρείχαν οι υπόγειοι σταθμοί κατά τη διάρκεια των αεροπορικών επιδρομών. Η ανακατασκευή του Μετρό ξεκίνησε μετά το τέλος του πολέμου και ολοκληρώθηκε το 1950.

Ωστόσο, η μεταπολεμική διαίρεση της πόλης εμπόδισε οποιαδήποτε επέκταση του δικτύου, κυρίως στο ανατολικό τμήμα της πόλης, μέχρι την επανένωση το 1989. Η άμεση πρόκληση μετά την επανένωση ήταν η ενσωμάτωση των δύο συστημάτων, με την επαναλειτουργία σταθμών που είχαν κλείσει και την αναπροσαρμογή των δρομολογίων. (Stevens, 2009)

Σήμερα αποτελείται από 10 γραμμές, με τον πιο πρόσφατο να ξεκινάει τη λειτουργία του το 2009 (U55). Εξυπηρετούν περισσότερους από 170 σταθμούς ενώ χρησιμοποιούνται από περίπου 1.000.000 επιβάτες ημερησίως. (<http://www.bvg.de>)

Η χρήση του Μετρό έχει μειώσει τις μετακινήσεις των κατοίκων με τα ιδιωτικά τους οχήματα, με θετική επίδραση στην ποιότητα του αέρα στην πόλη. Η μείωση της κίνησης στους δρόμους οδηγεί και σε καλύτερη μετακίνηση με τα άλλα μέσα μεταφοράς, όπως το λεωφορείο, και συγχρόνως ενθαρρύνει εναλλακτικούς τρόπους μετακίνησης, όπως το ποδήλατο, που στη Γερμανία χρησιμοποιείται πολύ από τους κατοίκους των πόλεων.



Εικόνα 3.4. Σταθμός Alexanderplatz στο Βερολίνο

Το Μετρό του Βερολίνου χρησιμοποιεί σιδηρόδρομους νέας τεχνολογίας οι οποίοι μειώνουν τον θόρυβο κατά την μετακίνηση των βαγονιών, τους λεγόμενους "whisper rails" απορροφητήρες ήχου. Επιτυγχάνουν έτσι τη μείωση του θορύβου που προκαλείται από την κίνηση των βαγονιών.

Το Μετρό του Βερολίνου, και γενικότερα όλα τα μέσα μεταφοράς της πόλης, έχουν επικεντρωθεί και στις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας (οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική).

3.2. Μέτρα Αντιμετώπισης των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων των Μετρό

Η χρήση των Μετρό, μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, μέσω της μείωσης της κίνησης των ιδιωτικών οχημάτων, και να βελτιώσει την ποιότητα των μετακινήσεων, έχει όμως και αρνητικές επιπτώσεις. Όπως αναφέρθηκε και στην παράγραφο 3.1., οι εταιρείες μητροπολιτικών σιδηρόδρομων έχουν υιοθετήσει σήμερα περιβαλλοντικές πολιτικές συμμορφωμένες με την ισχύουσα νομοθεσία.

Πριν από την κατασκευή ενός τέτοιου μεγάλου έργου υποδομής, απαραίτητες είναι σήμερα οι μελέτες περιβαλλοντικών και κυκλοφοριακών επιπτώσεων και η πρόβλεψη των απαραίτητων κτιριακών και λοιπών εγκαταστάσεων (χώροι στάθμευσης, σταθμοί άλλων μέσων μεταφοράς κλπ) στους χώρους κυρίως των Σταθμών Μετεπιβίβασης.

Οι Σταθμοί Μετεπιβίβασης είναι απαραίτητοι για τις «συνδυασμένες μετακινήσεις» των πολιτών, για την μετεπιβίβαση δηλαδή των επιβατών του Μετρό από και προς άλλα μέσα μεταφοράς (λεωφορεία, ταξί, ιδιωτικά οχήματα κλπ). Η μετεπιβίβαση αυτή πρέπει να διεξάγεται υπό συνθήκες ασφάλειας, ταχύτητας και αξιοπιστίας. Έτσι πρέπει να προβλέπεται η λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων ώστε τελικά η κατασκευή κάθε Σταθμού Μετεπιβίβασης, όχι μόνο να μην επηρεάσει αρνητικά, αλλά οι Σταθμοί αυτοί με τον περιβάλλοντα χώρο τους να αποτελέσουν σημεία ορθολογικής διαχείρισης για μια βιώσιμη ανάπτυξη της ευρύτερης περιοχής. (Μπάτσος, Τζουβαδάκης, 2007)

Η αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή του έργου στο ανθρωπογενές και φυσικό περιβάλλον πρέπει να γίνεται με τρόπο αναλυτικό και τεκμηριωμένο. Επίσης, η αξιολόγηση δεν πρέπει να γίνεται μόνο για το σύνολο του έργου αλλά και για μικρότερα κομμάτια

αυτού ώστε να εντοπίζονται τεχνοοικονομικά προβλήματα καθώς και να αντιμετωπίζονται τα προβλήματα κοινωνικής αποδοχής.

Πρέπει να εφαρμόζονται τεχνικές διαχείρισης του περιβάλλοντος ώστε τα προβλήματα που προκύπτουν να αντιμετωπίζονται άμεσα αλλά και η στατιστική τους επεξεργασία να βοηθήσει ως «πράπεζα πληροφοριών» στο σχεδιασμό των μελλοντικών επεκτάσεων. (Ζαφειριάδης, Τζώρτζη, 2005)

Ένα σημαντικό πρόβλημα που εμφανίζεται κυρίως στους σταθμούς των Μετρό είναι τα αυξημένα επίπεδα θορύβου. Πρόκειται κυρίως για οδικό κυκλοφοριακό θόρυβο, λόγω της αυξημένης κίνησης οχημάτων γύρω από την περιοχή των σταθμών.

Από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις σταθμούς του Μετρό της Αθήνας σε σύγκριση με μετρήσεις που έγιναν πριν και μετά από αυτούς προέκυψαν τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1 (Κοντόπουλος, 2006)

Από τα στοιχεία του Πίνακα 3.1 βλέπουμε ότι τα επίπεδα του θορύβου στους σταθμούς είναι κατά 3 dB περίπου μεγαλύτερα από ότι στις περιοχές πριν και μετά από αυτούς. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αυξημένη συγκέντρωση κυκλοφοριακών μέσων στην περιοχή των σταθμών (λεωφορεία, ταξί και ιδιωτικά οχήματα).

Πίνακας 3.1. Συγκριτικές τιμές θορύβου σε σταθμούς του μετρό της Αθήνας

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΤΟ ΣΤΑΘΜΟ [Db(A)]	ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΡΙΝ/ΜΕΤΑ ΤΟ ΣΤΑΘΜΟ[Db(A)]
ΑΓΙΟΥ ΑΝΤΩΝΙΟΥ	77,9	75,1
ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΑΣ	83,2	80,1
ΔΑΦΝΗΣ	82,9	79,8
ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	83,8	80,5

Πηγή: Κοντόπουλος, 2006

Τα μέτρα που θα μπορούσαν να ληφθούν για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, θα πρέπει να ρυθμίζουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες στην περιοχή γύρω από τους σταθμούς του μετρό. Τέτοια μέτρα είναι:

- Η μείωση του ορίου ταχύτητας των κινούμενων οχημάτων
- Η απαγόρευση κυκλοφορίας βαρέων οχημάτων
- Η απαγόρευση προσωρινής στάθμευσης
- Κατάλληλες υποδομές για την μετακίνηση των πεζών και των ποδηλάτων

Η αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση των οχημάτων στις περιοχές των σταθμών του μετρό οδηγεί και σε αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων. Και για το ζήτημα αυτό θα πρέπει να ληφθούν μέτρα που να ρυθμίζουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής των σταθμών, με βασικό στόχο τη διασπορά των μέσων μεταφοράς.

Η αυξημένη κίνηση των οχημάτων γύρω από τους σταθμούς του μετρό δημιουργούν ένα ακόμα πρόβλημα που αφορά στην ασφάλεια των οχημάτων και των πεζών. Και εδώ απαιτούνται μέτρα που θα αποσυμφορήσουν τις περιοχές που βρίσκονται γύρω από τους σταθμούς από την κίνηση των οχημάτων. Επίσης απαιτούνται έργα υποδομής όπως η δημιουργία υπέργειων διαβάσεων αλλά και γενικότερα απαιτείται να δοθεί έμφαση στην οδική ασφάλεια (ενίσχυση διαβάσεων, προειδοποιητικές σημάνσεις κλπ)

3.3. Η Ελληνική Νομοθεσία για την Περιβαλλοντική Προστασία στα Τεχνικά Έργα

Περιβάλλον σε ένα τεχνικό έργο υποδομής είναι το σύνολο των παραγόντων οι οποίοι επηρεάζονται από την κατασκευή και την λειτουργία του. Οι κυριότερες συνέπειες στο περιβάλλον από την

κατασκευή και λειτουργία ενός τεχνικού έργου είναι: (Ζαφειριάδης, Τζώρτζη, 2005)

- Η κατάληψη σημαντικών επιφανειών γης
- Η αύξηση του θορύβου και η ρύπανση της ατμόσφαιρας
- Η αλλαγή του φυσικού τοπίου και των οικοσυστημάτων
- Οι χρήσεις της γης στην γειτονική περιοχή
- Η επίδραση στη κοινωνική και οικονομική ζωή
- Η επίδραση στο πολιτιστικό – ιστορικό περιβάλλον

Με το γενικό όρο «περιβαλλοντική αξιολόγηση» χαρακτηρίζουμε αφενός μια διαδικασία διοικητικού χαρακτήρα, αφετέρου ένα σύνολο αναλυτικών στοιχείων με σκοπό τη συλλογή, επεξεργασία και διάχυση πληροφοριών για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις έργων και πολιτικών.

Η διαδικασία περιβαλλοντικής αξιολόγησης των έργων υποδομής, αποτελεί συστατικό στοιχείο κάθε προσπάθειας ορθολογικής αποτίμησης και αξιολόγησης του συνόλου των συνεπειών της ανθρώπινης παρέμβασης στο φυσικό και δομημένο περιβάλλον. (Ζαφειριάδης, Τζώρτζη, 2005)

Πηγές του Δικαίου της προστασίας του περιβάλλοντος αποτελούν το Σύνταγμα, οι Νόμοι, οι Διοικητικές – Κανονιστικές Πράξεις και οι Κανόνες της Ε.Ε.

Το Άρθρο 24 του Συντάγματος καθιερώνει την προστασία του φυσικού, δομημένου και πολιτιστικού περιβάλλοντος και αποτελεί το θεμέλιο λίθο της εθνικής περιβαλλοντικής νομοθεσίας. Ορίζει, μεταξύ άλλων, ότι:

«η προστασία του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος αποτελεί υποχρέωση του Κράτους και δικαίωμα του καθενός. Για τη διαφύλαξή του το Κράτος έχει υποχρέωση να παίρνει ιδιαίτερα προληπτικά ή κατασταλτικά μέτρα στο πλαίσιο της αρχής της αειφορίας».

Ο βασικός νόμος για το περιβάλλον στην χώρα μας είναι ο Νόμος 1650 της 15/16.10.1986: «Για την προστασία του περιβάλλοντος», ο οποίος ορίζει την προστασία του περιβάλλοντος ως απαραίτητη προϋπόθεση:

«ώστε ο άνθρωπος, ως άτομο και ως μέλος του κοινωνικού συνόλου, να ζει σε ένα υψηλής ποιότητας περιβάλλον μέσα στο οποίο προστατεύεται η υγεία του και ευνοείται η ανάπτυξη της προσωπικότητάς του»

Αλλά και ως:

«θεμελιώδες και αναπόσπαστο μέρος της πολιτιστικής και αναπτυξιακής διαδικασίας και πολιτικής».

Τον Ν1650/86 ακολούθησαν μια σειρά από συμπληρωματικοί Νόμοι, Υπουργικές Διατάξεις, Εγκύκλιοι και Προεδρικά Διατάγματα, εναρμονισμένοι και με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, με τελευταίο σε ισχύ τον Ν.4014/2011- ΦΕΚ 209/21-9-2011 και τις αποφάσεις που αναφέρονται στα ΦΕΚ 1077/9-4-2012 και ΦΕΚ 964/19-4-2013 για εξειδίκευση διαδικασιών για την ενσωμάτωση στις Αποφάσεις Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων ή στις πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις.

Ειδικότερα, στο Κεφάλαιο Α' του Ν.4014/11, θεσμοθετείται η προστασία του περιβάλλοντος από έργα και δραστηριότητες.

Πιο αναλυτικά, στο Άρθρο 1 - Κατάταξη έργων και δραστηριοτήτων, καθορίζονται οι κατηγορίες έργων και δραστηριοτήτων. Τα δημόσια ή ιδιωτικά έργα και δραστηριότητες κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες, κατηγορία Α και Β, ανάλογα με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. και κάθε κατηγορία μπορεί να κατατάσσεται σε υποκατηγορίες, καθώς και σε ομάδες κοινές για όλες τις κατηγορίες.

Τα έργα και οι δραστηριότητες της κατηγορίας Α κατατάσσονται :

α) σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την υποκατηγορία Α1 και

β) σε αυτά που ενδέχεται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και αποτελούν την υποκατηγορία Α2.

Η κατηγορία Β περιλαμβάνει έργα και δραστηριότητες τα οποία χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που τίθενται για την προστασία του περιβάλλοντος, σύμφωνα με την διαδικασία που προβλέπεται στο άρθρο 8 του Ν.4014.

Κριτήρια για την κατάταξη αυτή, σύμφωνα με τον Ν.4014 παράρτημα Ι είναι:

1. Τα χαρακτηριστικά του έργου ή της δραστηριότητας:
 - α) Το είδος και το μέγεθος του έργου ή της δραστηριότητας
 - β) Η συσσώρευση και αλληλεπίδραση με άλλα έργα
 - γ) Η χρήση των φυσικών πόρων
 - δ) Η παραγωγή αποβλήτων
 - ε) Η ρύπανση και οι οχλήσεις
 - στ) Ο κίνδυνος σοβαρού ατυχήματος, ιδίως ως προς χρησιμοποιούμενες ουσίες ή τεχνολογίες
2. Η περιβαλλοντική ευαισθησία των γεωγραφικών περιοχών που ενδέχεται να θιγούν από το έργο ή δραστηριότητα, ιδίως ως προς:
 - α) την υπάρχουσα χρήση γης με έμφαση στα θεσμοθετημένα σχέδια χωροταξικής οργάνωσης (όπως Ρυθμιστικά σχέδια, ΓΠΣ, ΣΧΟΟΑΠ, όρια οικισμών)
 - β) τον σχετικό πλούτο, την ποιότητα και την αναγεννητική ικανότητα των φυσικών πόρων της περιοχής, σε περιοχές στις οποίες καταστρατηγούνται ήδη τα πρότυπα για την ποιότητα του περιβάλλοντος που καθορίζει η νομοθεσία σε πυκνοκατοικημένες περιοχές και σε τοπία ιστορικής, πολιτιστικής ή αρχαιολογικής σημασίας.

3. Τα χαρακτηριστικά των ενδεχομένων σημαντικών επιπτώσεων του έργου ή δραστηριότητας, οι οποίες εξετάζονται σε συνάρτηση με κριτήρια που καθορίζονται παραπάνω στα σημεία αα και αβ, ιδίως ως προς:

α) την έκταση των επιπτώσεων (γεωγραφική περιοχή και μέγεθος του θιγόμενου πληθυσμού)

β) το διασυνοριακό χαρακτήρα των επιπτώσεων

γ) το μέγεθος και την πολυπλοκότητα των επιπτώσεων, την πιθανότητα των επιπτώσεων

δ) τη διάρκεια, τη συχνότητα και την αναστρεψιμότητα των επιπτώσεων.

Το Άρθρο 2 του Ν. 4014 «Έγκριση περιβαλλοντικής αδειοδότησης», ορίζει ότι για την πραγματοποίηση νέων έργων ή δραστηριοτήτων κατηγορίας Α ή τη μετεγκατάσταση υφιστάμενων απαιτείται διαδικασία περιβαλλοντικής αδειοδότησης με την διεξαγωγή ΜΠΕ και έκδοσης Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών όρων (ΑΕΠΟ). Έγκριση απαιτείται επίσης και για την επέκταση, την τροποποίηση ή και τον εκσυγχρονισμό υφιστάμενων έργων ή δραστηριοτήτων εφόσον επέρχονται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Έτσι, επιβάλλονται προϋποθέσεις, όροι, περιορισμοί και διαφοροποιήσεις για την πραγματοποίηση του έργου ή της δραστηριότητας, ιδίως ως προς τη θέση, το μέγεθος, το είδος, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά.

Για την έγκριση των περιβαλλοντικών όρων, ειδικότερα για έργα και δραστηριότητες της πρώτης (Α) κατηγορίας (για μεγάλα δηλαδή έργα) απαιτείται υποβολή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (άρθρα 2,3,4,5,6,7 του Ν.4014/2011)

Για την δεύτερη (B) κατηγορία δεν ακολουθείται η διαδικασία εκπόνησης ΜΠΕ αλλά υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) σύμφωνα με το άρθρο 8 Ν.4014/2011. Απαιτείται η υποβολή είτε περιβαλλοντικής έκθεσης, με την οποία τεκμηριώνεται η συμμόρφωση με τις διατάξεις που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος, είτε προκαταρκτική περιβαλλοντική εκτίμηση και αξιολόγηση.

Το περιεχόμενο και η δημοσιότητα των Μελετών Περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθορίζονται από το Άρθρο 11 παρ.4 του Ν.4014, Παράρτημα II.

Πιο συγκεκριμένα ορίζει ότι η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- 1) Επιτρεπόμενες χρήσεις γης στην περιοχή του έργου ή της δραστηριότητας.
- 2) Περιγραφή θέσης του έργου, του σχεδιασμού και των τεχνικών χαρακτηριστικών του συνόλου του έργου κατά τα στάδια της κατασκευής και της λειτουργίας. Επίσης, την περιγραφή των κυριότερων χαρακτηριστικών των μεθόδων κατασκευής, την φύση και τις ποσότητες των χρησιμοποιούμενων υλικών, καθώς και την περιγραφή των προβλεπόμενων τύπων και ποσότητας καταλοίπων και εκπομπών, ιδίως στα νερά, ατμόσφαιρα, έδαφος, θόρυβο, δονήσεις, ακτινοβολίες, που αναμένεται να προκύψουν από την κατασκευή και λειτουργία του προτεινόμενου έργου ή της δραστηριότητας.
- 3) Περιγραφή και αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων, ιδίως ως προς την θέση, το μέγεθος ή και την τεχνολογία αυτών, συμπεριλαμβανομένης της μηδενικής λύσης, που εξετάστηκαν από τον φορέα του έργου ή της δραστηριότητας και παρουσίαση των κύριων λόγων της επιλογής της προτεινόμενης λύσης σχετικά με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον

4) Περιγραφή των στοιχείων του φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος που ενδέχεται να θιγούν σημαντικά, συμπεριλαμβανομένων ειδικότερα του πληθυσμού, της πανίδας, της χλωρίδας, των οικοτόπων, του εδάφους, του νερού, του αέρα, των κλιματικών παραγόντων, η αρχιτεκτονική, πολιτιστική και αρχαιολογική κληρονομιά, το τοπίο και η περιγραφή της αλληλεπίδρασης των στοιχείων αυτών.

5) Περιγραφή, εκτίμηση και αξιολόγηση των πιθανά επιπτώσεων που το προτεινόμενο έργο ενδέχεται να προκαλέσει στο περιβάλλον από την χρήση φυσικών πόρων, την εκπομπή ρυπαντών, τη διάθεση αποβλήτων κλπ.

6) Αναλυτική περιγραφή των μέτρων που προβλέπονται για να αποφευχθούν, μειωθούν, αποκατασταθούν και αντισταθμιστούν οι σημαντικές δυσμενείς επιπτώσεις του έργου στο περιβάλλον.

7) Σχέδιο περιβαλλοντικής διαχείρισης που θα εφαρμοστεί για τη διασφάλιση της αποτελεσματικής προστασίας του περιβάλλοντος και εφαρμογής των προτεινόμενων μέτρων, το οποίο θα περιλαμβάνει και πρόγραμμα παρακολούθησης. Το πρόγραμμα παρακολούθησης περιλαμβάνει τουλάχιστον:

α) Παραμέτρους, στοιχεία και δείκτες του περιβάλλοντος που παρακολουθούνται,

β) Μεθόδους, τρόπο, χρόνο και την συχνότητα καταγραφής.

γ) Μέτρα διασφάλισης της ποιότητας και αξιοπιστίας των καταγραφών

δ) Το χρονοδιάγραμμα ενημέρωσης του ΗΠΜ

8) Μη τεχνική περίληψη των πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην ΜΠΕ

9) Εξειδικευμένες μελέτες οι οποίες οι οποίες τυχόν προέκυψαν κατά το στάδιο της διαδικασίας ΠΠΠΑ και παρατίθενται σε παράρτημα της ΜΠΕ.

Τέλος, το Άρθρο 20 του Ν.4014 – «Περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις» σε αντικατάσταση του άρθρου 6 του Ν.1650/1986 (Α'160) καθορίζει τον έλεγχο της τήρησης των περιβαλλοντικών όρων από τα αρμόδια, για κάθε περίπτωση όργανα, ενώ καθορίζει και την επιβολή τελών σε περίπτωση που αυτοί δεν τηρηθούν.

Συσχέτιση του έργου με την Νομοθεσία

Με βάση την εγκύκλιο 183745/26-6-2013 έχει δοθεί αυτοδίκαια παράταση για 10 χρόνια των ισχυουσών περιβαλλοντικών αδειοδοτήσεων του έργου - ανήκει στην κατηγορία Α - που ίσχυε πριν από την δημοσίευση του Ν.4014/11. Ως εκ τούτου δεν απαιτήθηκαν νέες ΜΠΕ για το έργο. Μελλοντικά για τις όποιες αλλαγές προκύψουν στο έργο –επεκτάσεις υφιστάμενων γραμμών, νέα γραμμή 4 , κλπ- και μετά την λήξη των εν ισχύ Εγκεκριμένων Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ)θα εφαρμοσθή η ισχύουσα νομοθεσία και ο Ν.4014 με τις τροποποιήσεις και τις εγκυκλίους του.

Ειδικότερα με βάσει τις ΜΠΕ:

Δεν επειρέασε το χαρακτήρα του έργου σε σχέση με την νομοθεσία που ίσχυε κατά την εκπόνηση των ΜΠΕ του έργου και δεν έχει θιγεί η περιβαλλοντική ευαισθησία των περιοχών που αναπτύχθηκε το έργο.

Το έργο έχει συνεισφέρει στην μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων μέσω της μείωσης της κίνησης των ιδιωτικών οχημάτων και έχει βελτιώσει την ποιότητα των μετακινήσεων.

Β' ΜΕΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΤΟ ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΩΝ

4.1. Γενικά Χαρακτηριστικά

Ο μητροπολιτικός σιδηρόδρομος (μετρό) της Αθήνας είναι το σύστημα υπογείων, επιγείων και υπέργειων αστικών σιδηροδρόμων της Αθήνας. Αποτελείται από τη γραμμή των Ηλεκτρικών Σιδηροδρόμων Αθηνών - Πειραιώς (Η.Σ.Α.Π) (γραμμή 1, γνωστή ως ηλεκτρικός σιδηρόδρομος) και τις δύο γραμμές της Αττικό Μετρό (γραμμές 2 & 3).



Εικόνα 4.1. Ο σταθμός του Πειραιά



Εικόνα 4.2. Το Μετρό Αθήνας, διακλαδώσεις σε επίγεια διαδρομή

Η γραμμή 1 του μετρό (Η.Σ.Α.Π.) άνοιξε για πρώτη φορά το Φεβρουάριο του 1869, συνδέοντας με ατμοκίνητα τρένα την Αθήνα με τον Πειραιά. Η εταιρεία ονομάστηκε Σιδηρόδρομοι Αθηνών Πειραιώς (Σ.Α.Π.). Η γραμμή ηλεκτροδοτήθηκε το 1904. και το 1926 η εταιρεία εκμετάλλευσης των σιδηροδρόμων και η εταιρεία εκμετάλλευσης των τραμ συνεργάζονται και προκύπτουν δύο νέες εταιρείες (ΗΣΑΠ: www.isap.gr):

- η Ηλεκτρική Εταιρεία Μεταφορών (Η.Ε.Μ.) που ανέλαβε τη διαχείριση και τη λειτουργία των γραμμών τραμ και της σιδηροδρομικής γραμμής Αθήνας - Πειραιά
- οι Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι (Ε.Η.Σ.) που ανέλαβε τόσο τις υποχρεώσεις των Σ.Α.Π. όσο και την επέκταση και την ολοκλήρωση του έργου της ένωσης των σιδηροδρόμων Αθήνας - Πειραιά με τους σιδηροδρόμους Πλατείας Αττικής - Κηφισιάς, σε υπόγειο σταθμό κάτω από την πλατεία Ομονοίας.

Η εταιρεία Η.Σ.Α.Π. Α.Ε. δημιουργήθηκε το 1976, όταν οι Ε.Η.Σ. περιήλθαν στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου. Μεταξύ 2001 και 2004, εν όψει των Ολυμπιακών Αγώνων του 2004, έλαβε χώρα ένα εκτεταμένο πρόγραμμα αναπλάσεων των σταθμών του ηλεκτρικού σιδηροδρόμου.

Σήμερα η γραμμή 1 διαθέτει 24 σταθμούς και έχει μήκος 25,6 χλμ.. Με τη γραμμή 1 μετακινούνται καθημερινώς 450.000 επιβάτες. Η διάρκεια της διαδρομής ανέρχεται σε 51', ενώ η συχνότητα διέλευσης των συρμών είναι 3,5'-15' (αναλόγως της ώρας, της ημέρας και της εποχής).

Η γραμμή 1 ξεκινάει την λειτουργία της καθημερινώς στις 05:00 (πρώτο δρομολόγιο), και σταματάει την λειτουργία της στις 00:15 (τελευταίο δρομολόγιο) καθημερινώς εκτός τις Παρασκευής και του Σαββάτου που σταματά στις 02:15. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά της γραμμής 1 (ΗΣΑΠ: www.isap.gr).

Πίνακας 4.1. Τεχνικά Χαρακτηριστικά γραμμής 1.

ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΣΤΑΘΜΩΝ	από 490 έως 2110 μέτρα
ΜΗΚΟΣ ΔΙΠΛΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	25,6 χλμ.
ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ	1435 ΜΜ
ΤΥΠΟΣ ΣΙΔΗΡΟΤΡΟΧΙΑΣ	S 49 και UIC 60
ΤΥΠΟΣ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ	ΞΥΛΙΝΟΙ (ΑΖΟΒΕ) ΟΛΟΣΩΜΟΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΣΤΡΩΤΗΡΩΝ	0,67 Μ.
ΤΥΠΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ	Κ, W
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΜΕ ΕΛΑΣΤΙΚΟ ΠΑΡΕΜΒΥΣΜΑ
ΤΥΠΟΙ ΑΛΛΑΓΩΝ	S 49 , UIC 60 και UIC 50
ΡΕΥΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ	750V συνεχές με διακύμανση από +20% έως -30%
ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΗΛΕΟΡΑΣΗΣ	Σε όλους τους σταθμούς
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	243 (8 ης παραλαβής 73 βαγόνια) (10 ης παραλαβής 50 βαγόνια) (11 ης παραλαβής 120 βαγόνια)
ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	1284 (Φεβρουάριος 2006)

Πηγή: ΗΣΑΠ: www.isap.gr

Ειδικότερα η Γραμμή 2 (Ανθούπολη – Ελληνικό) διαθέτει 20 σταθμούς και η Γραμμή 3 (Αγία Μαρίνα - Δουκίσσης Πλακεντίας) έχει 17 σταθμούς. Το συνολικό μήκος των γραμμών 2 και 3 είναι 37χλμ. Συνέχεια της Γραμμής 3 αποτελεί διαδρομή μήκους 21,2 χιλιομέτρων στο δίκτυο του Προαστιακού, μέσω της οποίας ο Διεθνής Αερολιμένας Αθηνών Ελευθέριος Βενιζέλος, καθώς και η περιοχή των Μεσογείων, εξυπηρετούνται για την απευθείας σύνδεσή τους με το κέντρο της πόλης με συρμούς του μετρό, από τους 4 σταθμούς Αεροδρόμιο, Κορωπί,

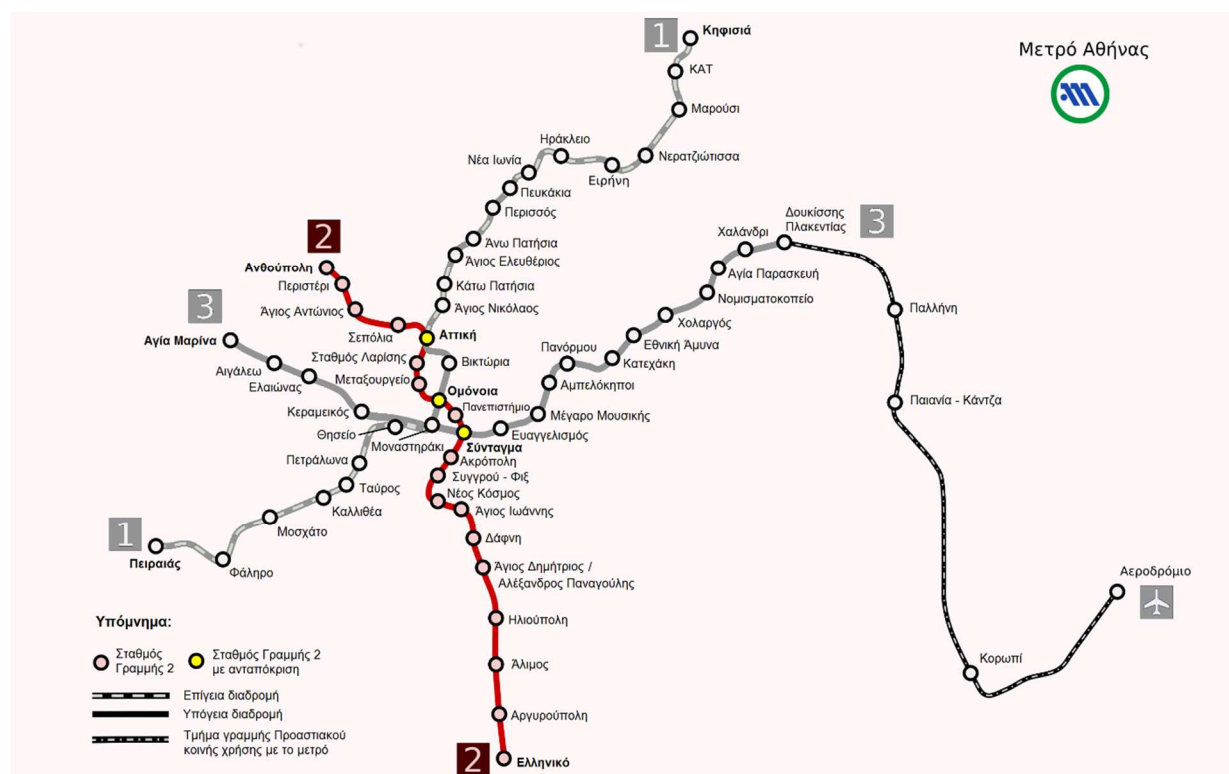
Παιανία - Κάντζα και Παλλήνη. Η γραμμή 3 συνολικά έχει 21 σταθμούς, 4 εκ των οποίων είναι με κοινή χρήση από τον Προαστιακό Σιδηρόδρομο. Συνολικά το μήκος και των τριών (1,2,3) γραμμών είναι 93,4χλμ. Οι γραμμές 2 και 3 λειτουργούν καθημερινά από τις 05:30 (πρώτο δρομολόγιο) μέχρι τις 00:20 (τελευταίο δρομολόγιο), ενώ την Παρασκευή και το Σάββατο λειτουργούν μέχρι τις 02:20. Η συχνότητα διέλευσης των συρμών στις δυο αυτές γραμμές (2 και 3) είναι 3'-10' αναλόγως της ώρας, της ημέρας και της εποχής, ενώ τα δρομολόγια από και προς το Αεροδρόμιο γίνονται με συχνότητα 30' (Αττικό Μετρό Εταιρεία Λειτουργίας Α.Ε.: www.amel.gr).

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφέρουμε ότι σε ορισμένους σταθμούς του μετρό έχουν δημιουργηθεί οργανωμένοι χώροι στάθμευσης. Ειδικότερα δύο οργανωμένοι χώροι στάθμευσης υπάρχουν στο σταθμό Συγγρού-Φιξ, όπου ο χώρος στάθμευσης είναι υπόγειος και η στάθμευση ελεγχόμενη και στο σταθμό Χαλανδρίου όπου λειτουργεί ελεγχόμενος υπαίθριος χώρος στάθμευσης. Μη ελεγχόμενοι χώροι στάθμευσης υπάρχουν στους σταθμούς Κατεχάκη, Εθνική Άμυνα και Δουκίσσης Πλακεντίας.

Επίσης σχετικά με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που αφορούν τη σιδηροδρομική επιδομή στις σήραγγες του μετρό, αποτελείται από τροχιά ελαστικής στήριξης σε κλίση σκυροδέματος (Σταθερή Επιδομή). Οι τροχιές έχουν καθιερωμένο εύρος 1435mm, και αποτελούνται από σιδηροτροχιές διατομής UIC 54, στερεωμένες σε διμερείς στρωτήρες. Στους στρωτήρες είναι επίσης στερεωμένη η ηλεκτροφόρος ράβδος με τα προστατευτικά της καλύμματα, μέσω μονωτικών στηριγμάτων. Κάτω από το σκυρόδεμα κλίσης τροχιάς υπάρχει πλέγμα συλλογής ρευμάτων διαφυγής, εγκιβωτισμένο στο σκυρόδεμα πλήρωσης πυθμένα. Στις δύο πλευρές της σήραγγας είναι κατασκευασμένα κανάλια καλωδίων από σκυρόδεμα, που με τα προκατασκευασμένα καλύμματά τους, αποτελούν τους πεζοδιαδρόμους στη σήραγγα. Οι αλλαγές/διακλαδώσεις τροχιών

εγκαθίστανται πλέον, με σύστημα άμεσης στερέωσης σε πλάκα σκυροδέματος. Επίσης, σε ιδιαίτερα "ευαίσθητα" σημεία (πχ. Νέο Μουσείο Ακροπόλεως), λαμβάνονται μέτρα μείωσης θορύβου και δονήσεων. Στις περιοχές αυτές, οι διακλαδώσεις/αλλαγές τροχιών και τμήματα απλής τροχιάς κατασκευάζονται πάνω σε πλωτές πλάκες. Στις ανοιχτές περιοχές των Αμαξοστασίων, οι τροχιές και οι διακλαδώσεις τροχιών εδράζονται με στρωτήρες ξύλινους ή από σκυρόδεμα σε κλίση τροχιάς από έρμα 12. (Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr).

Μετρό Αθήνας
Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς
Αττικό Μετρό



Πηγή: Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr

Εικόνα 4.3. Το μετρό της Αθήνας

4.2. Μέθοδοι κατασκευής του μετρό Αθηνών

Όπως προαναφέρθηκε και σε προηγούμενη ενότητα οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μετρό σε διεθνές επίπεδο είναι οι εξής τέσσερις:

- Τα μηχανήματα διάνοιξης σηράγγων
- Συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM)
- Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Cover & Cut)
- Μέθοδος ανοιχτού ορύγματος (Cut & Cover)

Για την κατασκευή του μετρό της Αθήνας, χρησιμοποιήθηκαν συνδυαστικά οι παραπάνω μέθοδοι ανάλογα με το γεωλογική σύνθεση του εδάφους και τις επί τόπου συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου. Έτσι λοιπόν χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μέθοδοι:

- Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Ολομέτωπης Κοπής (Tunnel Boring Machine ή TBM). Χρησιμοποιήθηκε για τη διάνοιξη σηράγγων και συγκεκριμένα, το TBM1 (με το όνομα «ΙΑΣΟΝΑΣ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 2 από τον Στ. Λαρίσης έως τον Στ. Αγ. Ιωάννης, ενώ το TBM2 (με το όνομα «ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 3 από το Στ. Κατεχάκη έως το Στ. Σύνταγμα.
- Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Σημειακής Κοπής με Ανοικτή Ασπίδα (Open Face Shield). Χρησιμοποιήθηκε για τη διάνοιξη σηράγγων, και συγκεκριμένα για την κατασκευή της σήραγγας Δάφνη-Αγ. Ιωάννης του Βασικού Έργου, μήκους 765 μ, και για το τμήμα Ανθούπολη – Περιστέρι της επέκτασης της Γραμμής 2, μήκους 910 μ.
- Εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Εξισορρόπησης Εδαφικής Πίεσης (Earth Pressure Balance). Χρησιμοποιήθηκε για τη διάνοιξη σηράγγων, και συγκεκριμένα για την κατασκευή της σήραγγας από τον Στ. Δουκίσσης Πλακεντίας έως το φρέαρ Ξάνθου, συνολικού

μήκους 3.374 μ, της επέκτασης της Γραμμής 3 προς Δουκ. Πλακεντίας, ενώ πλέον «εργάζεται» στην κατασκευή της επέκτασης της Γραμμής 2 προς Ελληνικό.

- Χρήση Συμβατικής μεθόδου εκσκαφής σηράγγων (NATM). Χρησιμοποιήθηκε για την εκσκαφή σηράγγων, σε εδάφη με φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά, καθώς και στην εκσκαφή ορισμένων σταθμών του Έργου, συγκεκριμένα των σταθμών Πανεπιστήμιο, Ακρόπολη, Αμπελόκηποι, Μοναστηράκι, Ομόνοια, καθώς και του βαθύτερου τμήματος του σταθμού ΣΥΝΤΑΓΜΑ. Επίσης η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε και σε μεγάλα τμήματα των επεκτάσεων του δικτύου προς Δουκ. Πλακεντίας, προς Αγ. Δημήτριο, προς Αγ. Αντώνιο, προς Αιγάλεω, προς Χαϊδάρι, κλπ.
- Χρήση μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος (Cut and Cover). Χρησιμοποιήθηκε κατεξοχήν για την εκσκαφή των σταθμών του Έργου, καθώς και σε ελάχιστες περιπτώσεις, για την εκσκαφή σηράγγων σε σημεία που παρουσιάστηκαν προβλήματα λόγω των πτωχών μηχανικών χαρακτηριστικών του εδάφους. Πολλά τμήματα του δικτύου του Μετρό της Αθήνας κατασκευάσθηκαν με τη μέθοδο αυτή, όπως οι Σταθμοί: Σεπόλια, Αττική, Στ. Λαρίσης, Μεταξουργείο, Συγγρού-Φιξ, Ν. Κόσμος, Αγ. Ιωάννης, Δάφνη της Γραμμής 2 καθώς και Εθνική Άμυνα, Κατεχάκη, Πανόρμου, Μέγαρο Μουσικής, Ευαγγελισμός, Σύνταγμα (ο σταθμός της Γραμμής 2 που είναι σε μικρότερο βάθος), καθώς και τα τμήματα σηράγγων μεταξύ των σταθμών Αττικής-Στ. Λαρίσης και Κατεχάκη-Εθνική Άμυνα. Επίσης, στις επεκτάσεις του δικτύου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αυτή, όπως στους σταθμούς Αγ. Δημήτριος και Αγ. Αντώνιος, στους σταθμούς Χαλάνδρι και Δ. Πλακεντίας, καθώς και σε τμήμα της σήραγγας Δάφνη-Αγ. Δημήτριος.
- Χρήση μεθόδου Επικάλυψης - Εκσκαφής (Cover and Cut). Πρόκειται για παραλλαγή της μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος όπου κατασκευάζεται η πλάκα οροφής του Σταθμού και οι εργασίες

εκσκαφής πραγματοποιούνται υπογείως και χρησιμοποιήθηκε μόνο στον Σταθμό του Συντάγματος (της Γραμμής 2), λόγω της ιδιαιτερότητας της περιοχής.

4.3. Μελλοντικές επεκτάσεις

Σε εξέλιξη είναι το έργο της επέκτασης 3 από την Αγία Μαρίνα προς τον Πειραιά, ενώ παράλληλα σχεδιάστηκε και ανακοινώθηκε η κατασκευή της νέας γραμμής 4 (γραμμή 4. –πορτοκαλί γραμμή). (Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr).

Επέκταση Γραμμής 3 προς Πειραιά



Πηγή: Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr

Εικόνα 4.4. Επέκταση γραμμής 3 προς Πειραιά

Με το έργο αυτό η Γραμμή 3 του Μετρό της Αθήνας επεκτείνεται ακόμη περισσότερο στη Δυτική Αθήνα, φθάνοντας πλέον στις περιοχές του Χαϊδαρίου και της Αγίας Βαρβάρας και του Πειραιά. Πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό έργο, κύριος στόχος του οποίου είναι η εξυπηρέτηση των κατοίκων της Δυτικής Αθήνας. Ειδικότερα, η επέκταση αυτή αναμένεται να συμβάλει αποφασιστικά στην αναβάθμιση περιοχών που επί σειρά ετών παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες πρόσβασης στον κεντρικό ιστό της πρωτεύουσας, όπως η ευρύτερη περιοχή του Αιγάλεω, του Χαϊδαρίου και της Αγίας Βαρβάρας και θα εξυπηρετεί συγκοινωνιακά ιδιαίτερους προορισμούς, όπως το Νοσοκομείο Λοιμωδών Νόσων, το Δρομοκαΐτιο Θεραπευτήριο, το Αττικό Νοσοκομείο και τις εμπορικές επιχειρήσεις των περιοχών.

Το μήκος της εν λόγω επέκτασης είναι 7,6 χλμ. και περιλαμβάνει την κατασκευή έξι νέων σταθμών: Αγίας Βαρβάρας, Κορυδαλλού, Νίκαιας, Μανιάτικων, Πειραιά, Δημοτικού Θεάτρου. Ο σταθμός του Δημοτικού Θεάτρου θα είναι ο νέος τερματικός σταθμός στο δυτικό άκρο της Γραμμής 3. Το έργο αναμένεται να ολοκληρωθεί το 2017. Με την ολοκλήρωση της επέκτασης, αναμένεται να εξυπηρετούνται καθημερινά 132.000 νέοι επιβάτες, ενώ ο συνολικός χρόνος απευθείας μετάβασης με άνεση, ασφάλεια και αξιοπιστία από το Λιμάνι έως το Αεροδρόμιο με το Μετρό θα είναι μόλις 45 λεπτά. www.ametro.gr).



Πηγή: Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr

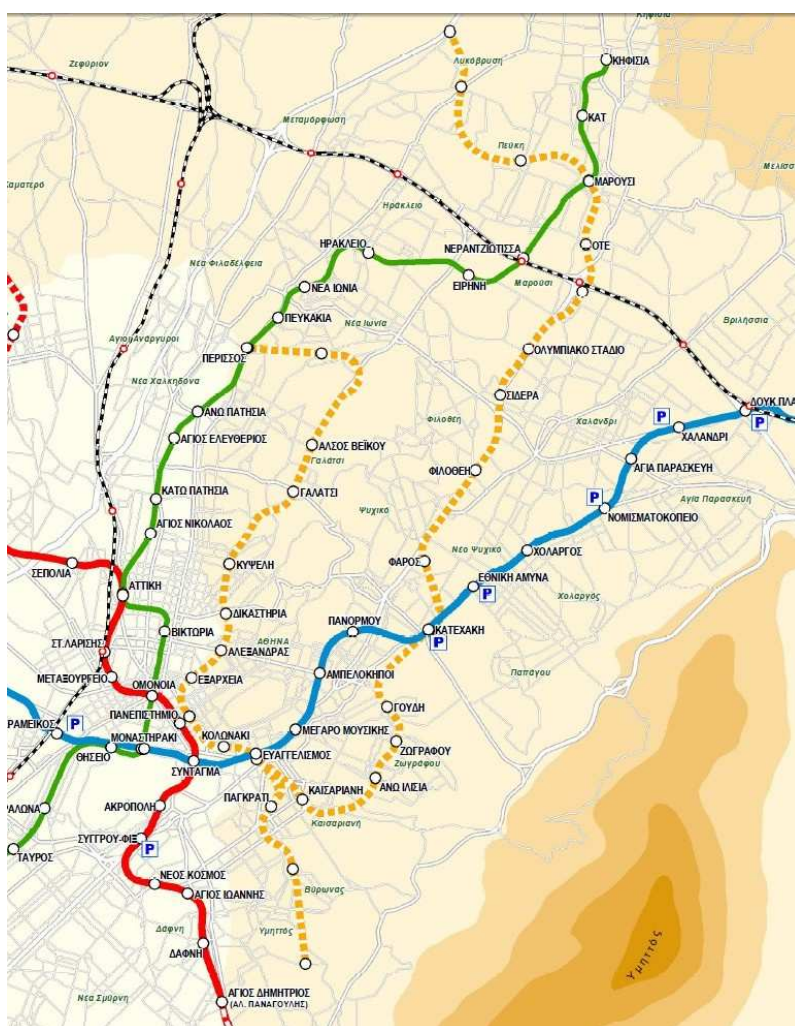
Εικόνα 4.5. Επέκταση γραμμής 3 προς Πειραιά

Επίσης Σχεδιάστηκε και ανακοινώθηκε η κατασκευή μιας επιπλέον γραμμής μετρό (γραμμή 4 – πορτοκαλί γραμμή) σε σχήμα U .Η νέα αυτόνομη γραμμή (γραμμή 4) αποτελείται από τα τμήματα Α και Β. Το Τμήμα «Α» της γραμμής 4 είναι : απο Αλσος Βείκου έως το Γουδί και το τμήμα «Β» από Κατεχάκη έως Μαρούσι.

Ανακοινώθηκε κατ' αρχήν η υλοποίηση του πρώτου τμήματος «Α» της νέας γραμμής U , από' Αλσος Βείκου έως το Γουδί, μήκους 14 χλμ και περιλαμβάνει 14 σταθμούς: Αλσος Βείκου, Γαλάτσι, Κυψέλη, Δικαστήρια, Λ.Αλεξάνδρας, Εξάρχεια, Ακαδημία, Κολωνάκι, Ευαγγελισμός, Καισαριανή, Νήαρ Ηστ, Ιλίσια, Ζωγράφου και Γουδή. Το τμήμα αυτό υπολογίζεται ότι θα εξυπηρετεί καθημερινά περίπου 220.000 επιβάτες, ενώ ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός σε ακτίνα 500μ. από τους σταθμούς ανέρχεται σε 285.000. Το έργο εκτιμάται ότι θα μειώσει την κυκλοφορία των Ι.Χ. αυτοκινήτων κατά 53.000 ημερησίως και παράλληλα θα μειώσει τους αέριους ρύπους CO₂ κατά 280 τόνους ημερησίως στην ατμόσφαιρα της πόλης. Ο χρόνος διαδρομής από το Αλσος Βείκου ως το κέντρο της πόλης θα είναι περίπου 10 λεπτά. Εκτιμάται ότι οι κατασκευαστικές εργασίες θα ξεκινήσουν από τις αρχές του 2016 και το έργο αναμένεται

να ολοκληρωθεί σε 7 χρόνια (2022). Ακολουθώντας τις διεθνείς εξελίξεις προς αυτοματοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων Μετρό, και η γραμμή 4 δεν θα απαιτεί τη συμμετοχή οδηγού για την λειτουργία της.

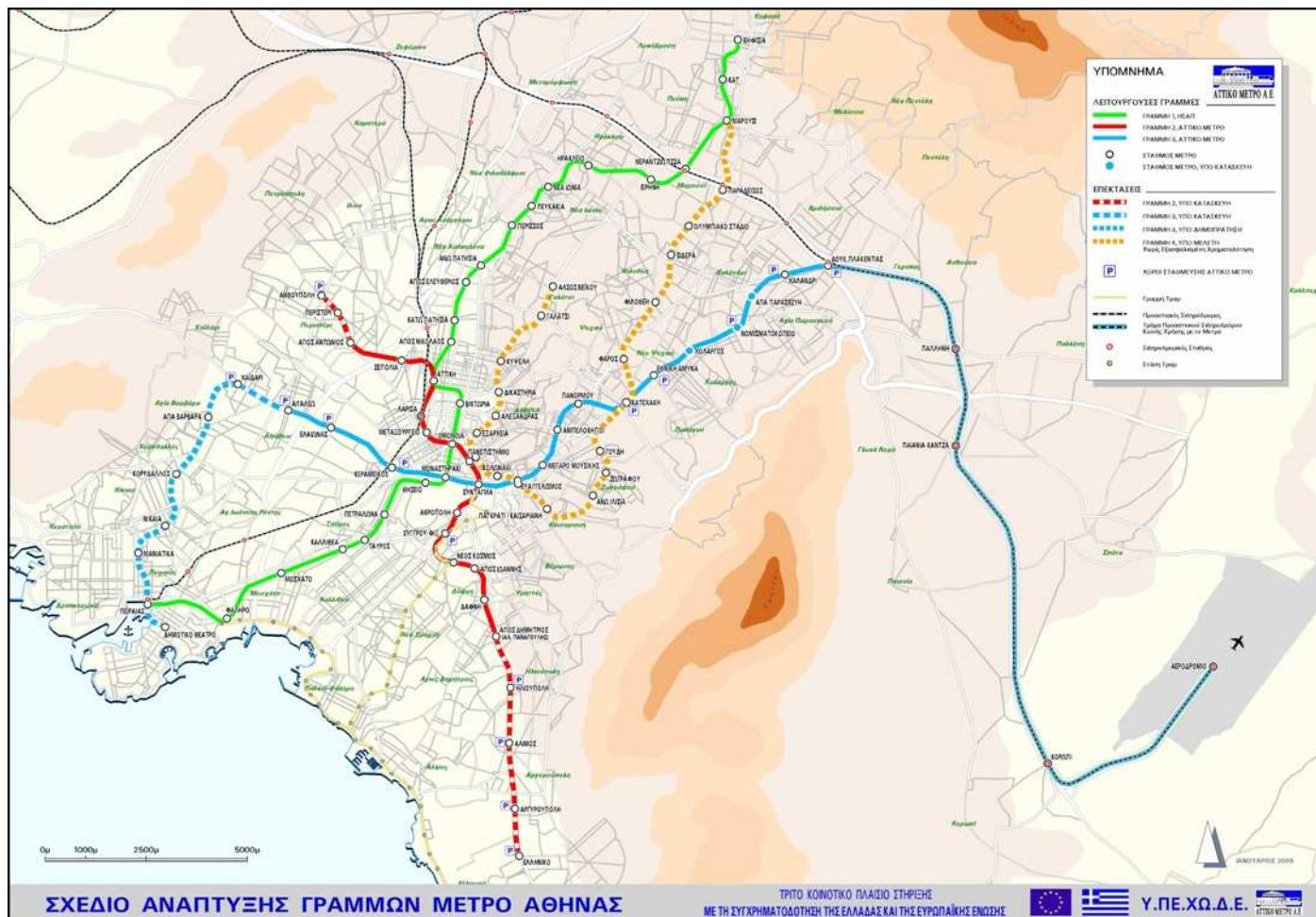
Η νέα αυτή γραμμή (γραμμή 4 - πορτοκαλί γραμμή), αναμένεται όχι μόνο να αλλάξει δραστικά τον συγκοινωνιακό χάρτη της Αθήνας αλλά να αναβαθμίσει σημαντικά τη ζωή στο Λεκανοπέδιο (Αττικό Μετρό Α.Ε.) www.ametro.gr).



Πηγή: Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr

Χάρης 4.6. Κατασκευή γραμμής 4 Άλσος Βείκου – Μαρούσι

Στην εικόνα 4.7. που ακολουθεί εμφανίζονται οι υφιστάμενες γραμμές μετρό καθώς και οι μελλοντικές τους επεκτάσεις



Πηγή: Αττικό Μετρό Α.Ε.: www.ametro.gr

Εικόνα 4.7. Το μετρό της Αθήνας και οι μελλοντικές του επεκτάσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Περιβαλλοντικές Επιδράσεις του Μετρό Αθηνών

5.1. Οι θετικές επιδράσεις

Η κατασκευή του Μετρό της Αθήνας έχει επιφέρει μια σειρά από θετικές επιδράσεις στη ζωή των πολιτών της πρωτεύουσας. Η βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών έχει οδηγήσει στη μείωση της χρήσης των ιδιωτικών οχημάτων στο κέντρο της Αθήνας, γεγονός που οδηγεί στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και του βιοτικού επιπέδου των πολιτών της Αθήνας. Οι θετικές επιδράσεις της δημιουργίας του Μετρό, εκτός από περιβαλλοντικές είναι και οικονομικές αλλά και αναπτυξιακές.

5.1.1. Οικονομικές Επιδράσεις

Τα οικονομικά οφέλη του Μετρό, αρχικά για τους επιβάτες που το χρησιμοποιούν, είναι πολύ σημαντικά αν αναλογισθεί κανείς ότι ορισμένοι από αυτούς χρησιμοποιούσαν τα ιδιωτικά τους οχήματα ή οχήματα δημόσιας χρήσης (ταξί), πριν από τη δημιουργία του. Το κόστος αυτή τη στιγμή (Ιανουάριος 2012) για ένα ενιαίο εισιτήριο διάρκειας 1 ½ ώρας για όλα τα μέσα μεταφοράς στην Αθήνα είναι 1,40 €, ενώ το κόστος των καυσίμων συνεχώς αυξάνεται, οπότε το οικονομικό όφελος της χρήσης του Μετρό είναι πολύ σημαντικό για τους επιβάτες του.

Αλλά και οι πολίτες που εξακολουθούν να χρησιμοποιούν τα ιδιωτικά τους οχήματα έχουν οικονομικό όφελος, λόγω των μειωμένων χρόνων μετακίνησής τους αλλά και του μειωμένου λειτουργικού τους κόστους. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε μια αύξηση του κατά κεφαλήν εισοδήματος κατά 3% ετησίως. (Ηλιάδου, 2007)

Η μείωση της χρήσης των ιδιωτικών οχημάτων οδηγεί και σε μείωση του οικονομικού κόστους που προέρχεται από τα τροχαία ατυχήματα (αποκατάσταση ζημιών, αποζημιώσεις) που παρουσιάζουν σημαντική μείωση.

Η μείωση της κίνησης των οχημάτων στην Αθήνα έχει σαν αποτέλεσμα και τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σύμφωνα με έρευνα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος, το κόστος από την ατμοσφαιρική ρύπανση στην Ευρώπη ανέρχεται έως και τα 169 δισεκατομμύρια ευρώ, ποσό που μεταφράζεται σε επιβάρυνση της τάξεως των 200 – 330 € για τον κάθε Ευρωπαίο πολίτη.

5.1.2. Αναπτυξιακές Επιδράσεις

Σε εθνικό επίπεδο η λειτουργία του Μετρό επιφέρει θετικές επιδράσεις στην οικονομία της χώρας καθώς αυξάνει τα πλεονεκτήματα και την ανταγωνιστικότητα της Αθήνας συγκριτικά με άλλες πόλεις.

Η εξοικονόμηση στον τομέα των Μεταφορών αποτελεί σημαντικό παράγοντα, καθώς η ενεργειακή κατανάλωση για την μεταφορά ενός επιβάτη των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς, ιδιαίτερα των μέσων σταθερής τροχιάς, είναι πολύ χαμηλότερη της κατανάλωσης των ιδιωτικών μέσων. (Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό, 2004)

Ένα έργο υποδομής τέτοιας έκτασης όπως είναι το Μετρό, συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων λόγω βελτίωσης της προσβασιμότητας και της μείωσης του χρόνου μετακίνησης. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του παραγόμενου Εγχώριου Προϊόντος. Ενώ, συμβάλλει και στην ανάπτυξη νέων επιχειρήσεων.

Δημιουργούνται πολλές νέες θέσεις απασχόλησης, τόσο κατά τη διαδικασία κατασκευής του Μετρό και των επεκτάσεων του, αλλά και μετά την ολοκλήρωση του έργου, στους χώρους των υποδομών. (Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό, 2004)

Η δημιουργία του Μετρό έχει επιφέρει θετικές επιδράσεις και στα υπόλοιπα Μέσα Μεταφοράς της Αθήνας. Σε αυτό σημαντικό ρόλο έπαιξε και η αναδιάρθρωση των υπόλοιπων μέσων με τη δημιουργία νέων τερματικών σταθμών κοντά σε σταθμούς του Μετρό, ενθαρρύνοντας

έτσι τις «συνδυασμένες» μετακινήσεις των πολιτών. Η χρήση, για παράδειγμα του ΗΣΑΠ αυξήθηκε σε ποσοστό περίπου 14% από την αρχή της λειτουργίας του Μετρό. (Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό, 2004)

5.1.3. Περιβαλλοντικές επιδράσεις

Ένα από τα βασικά κίνητρα που οδήγησαν στην κατασκευή του Μετρό στην Αθήνα είναι η μείωση του κυκλοφοριακού στο κέντρο της πόλης και η συνεπαγόμενη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών.

Στην Αθήνα, το ποσοστό ιδιοκτησίας Ι.Χ οχημάτων ανέρχεται σε 248 αυτοκίνητα / 1000 κατοίκους (Μελέτη ΜΑΜ 1996), με ανοδική πορεία, αν και στο διάστημα της τελευταίας δεκαετίας έχουν επιβληθεί αρκετοί περιορισμοί κυκλοφορίας στο κέντρο της πόλης, χωρίς όμως σοβαρό αποτέλεσμα. (Μπάτσος, Τζουβαδάκης, 2007)

Η χρήση του αυτοκινήτου, εκτός από τα μεγάλα κυκλοφοριακά προβλήματα που δημιουργεί, προκαλεί και πολλές αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον οι οποίες μπορούν να χωρισθούν σε τρεις κατηγορίες (Αμπελιώτης Κ.):

1. Συντελεί στην εξάντληση των φυσικών πόρων τόσο λόγω των υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή του, όσο και των πετρελαιοειδών που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα.
2. Επιβαρύνει την ατμόσφαιρα λόγω της εκπομπής των αερίων ρύπων που περιέχονται στα καυσαέρια. Το γεγονός δε ότι η εκπομπή των ρύπων γίνεται στο επίπεδο αναπνοής των ανθρώπων επιτείνει το πρόβλημα.
3. Προκαλεί ηχορύπανση. Το 70% περίπου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην Αθήνα οφείλεται στην κυκλοφορία των οχημάτων. Η Αθήνα αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα φωτοχημικής ρύπανσης της ατμόσφαιράς της από το 1980, με σοβαρό αντίκτυπο στην υγεία των κατοίκων.

Η συμμετοχή του αυτοκινήτου στη συνολική ατμοσφαιρική ρύπανση είναι πολύ σημαντική, ενώ, ο πιο σημαντικός ρύπος είναι το διοξείδιο του άνθρακα (φαινόμενο του θερμοκηπίου), το οποίο δημιουργείται από το μονοξείδιο του άνθρακα μέσω των καταλυτικών μετατροπών.

Η μείωση λοιπόν των μετακινήσεων με ιδιωτικά οχήματα, αλλά και με τα δημόσιας χρήσης (ταξί), λόγω της δημιουργίας του Μετρό, έχει συντελέσει στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο κέντρο της Αθήνας.

Η μείωση του κυκλοφοριακού προβλήματος ενισχύει και την μείωση ενός άλλου προβλήματος των αστικών πόλεων, που είναι η ηχορύπανση. Εκτός από τα προβλήματα ακοής, η ηχορύπανση συμβάλλει και στην εμφάνιση άγχους (stress) ενώ επηρεάζει δυσμενώς τη ψυχική και σωματική μας ευεξία, η οποία θεωρείται στοιχείο Υγείας από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (Π.Ο.Υ. - W.H.O.). Παράλληλα, επηρεάζει την ατομική απόδοση του καθενός και κατ' επέκταση την κοινωνία και την οικονομία του κάθε κράτους. (Χατζηλυμπέρης, 2008)

Σε γενικότερο πλαίσιο, αξίζει να επισημανθεί ότι η χρήση των Μέσων Μαζικής Μεταφοράς συνεισφέρει στην εξοικονόμηση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με θετικές επιδράσεις στην παγκόσμια ενεργειακή κατάσταση.

5.2. Οι αρνητικές επιδράσεις

Η δημιουργία του Μετρό δημιούργησε και μια σειρά από προβλήματα, κυρίως τοπικά στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του. Προβλήματα εμφανίσθηκαν και κατά τη διάρκεια της κατασκευής του Μετρό αλλά και στις περιοχές που γίνονται έργα επέκτασης των γραμμών του, στα σημεία αυτά όμως τα προβλήματα είναι προσωρινά, καθώς θα εξαλειφθούν μετά την ολοκλήρωση των έργων επέκτασης. Για τον λόγο αυτό, παρακάτω γίνεται μια απλή αναφορά στα προβλήματα αυτά, ενώ δίνεται

μεγαλύτερη έμφαση στα προβλήματα που εμφανίζονται κατά τη λειτουργία του Μετρό.

5.2.1. Αρνητικές επιδράσεις κατά την κατασκευή ή την επέκταση των γραμμών του Μετρό

Όπως σε κάθε μεγάλο τεχνικό έργο υποδομής, έτσι και κατά την κατασκευή και την επέκταση του Μετρό της Αθήνας, παρουσιάζονται προβλήματα στις περιοχές γύρω από τα έργα. Τα βασικότερα προβλήματα είναι τα εξής:

- Κυκλοφοριακά προβλήματα στους δρόμους γύρω από τα εργοτάξια. Σε πολλές περιπτώσεις τα έργα του Μετρό δυσχεραίνουν τις κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής. Η αναγκαστική, πολλές φορές, κατάληψη μέρους του οδοστρώματος μειώνει τις λωρίδες κυκλοφορίας με αποτέλεσμα την δυσχέρεια στις μετακινήσεις των οχημάτων από την περιοχή.
- Οδική ασφάλεια: Η έλλειψη επαρκούς σήμανσης και κατάλληλα διαμορφωμένων περασμάτων για τους πεζούς συμβάλλει αρνητικά στην ασφάλεια τους και αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχημάτων, καθώς αναγκάζονται να περνάνε είτε μέσα από τα εργοτάξια είτε από το οδόστρωμα. Με την έλλειψη σήμανσης ή την τοποθέτηση της σήμανσης πολύ κοντά στον χώρο του εργοταξίου, δεν ενημερώνονται εγκαίρως οι οδηγοί που προσεγγίζουν την περιοχή, με αποτέλεσμα να μην προλαβαίνουν να προσαρμοσθούν στις κυκλοφοριακές συνθήκες (π.χ. μείωση των λωρίδων κυκλοφορίας) με αυξημένο έτσι κίνδυνο πρόκλησης ατυχημάτων.
- Θόρυβος – Δονήσεις: Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του Μετρό της Αθήνας ήταν η μέθοδος «ανοιχτού ορύγματος», η οποία μειονεκτεί σε σχέση με την μέθοδο που χρησιμοποιείται στη Θεσσαλονίκη («επικάλυψης και εκσκαφής»),

όπου το μεγαλύτερο τμήμα των κατασκευαστικών εργασιών πραγματοποιείται υπογείως. Έτσι η όχληση από τις επιφανειακές εργασίες (θόρυβος – δονήσεις) είναι ιδιαίτερα αισθητή.

- Αισθητική: Δεδομένου ότι τα έργα λαμβάνουν χώρα σε αστικές περιοχές είναι αναγκαία η χρήση κατάλληλων διαχωριστικών υψηλής ποιότητας και αισθητικής που θα διαχωρίζουν το εργοτάξιο και θα το εντάσσουν αρμονικά στο περιβάλλον, γεγονός που δεν εφαρμόστηκε επαρκώς κατά την φάση κατασκευής και επέκτασης του Μετρό της Αθήνας.
- Απρόοπτα κατά τη φάση της κατασκευής (καθιζήσεις): Κατά τη διάρκεια της κατασκευής του Μετρό της Αθήνας παρουσιάστηκαν μια σειρά από καθιζήσεις του εδάφους - απρόσμενες για κάποιους, εξαιτίας παραλήψεων για άλλους – που επηρέασαν τις περιοχές γύρω από τα έργα. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι: (Τζαναβάρα, 2003).
 - Αρχές του 1995: καθίζηση στη γραμμή Σεπόλια – Δάφνη, στην οδό Δεληγιάννη, με αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών σε παρακείμενα κτίρια.
 - 1995: στην οδό Αγίου Κωνσταντίνου, παρουσιάστηκε νέα μεγάλη καθίζηση. Χρειάστηκε μάλιστα να αγοραστεί το κτίριο του ξενοδοχείου «Νέστωρ».
 - Καλοκαίρι 1995: χρειάστηκε να εκκενωθεί μια ολόκληρη πολυκατοικία, στη συμβολή των οδών Ηλία Ηλιού και Κασομούλη, που παρουσίασε ρωγμές λόγω των έργων κατασκευής του σταθμού του Νέου Κόσμου.
 - Σεπτέμβριος 1996: Σοβαρές ρωγμές στο κτίριο που στεγάζει το υπουργείο Εθνικής Οικονομίας.
 - Καλοκαίρι 1997: λίγα μέτρα μετά την Ομόνοια εμφανίστηκαν ρωγμές σε πολυκατοικία, στη συμβολή των οδών Πανεπιστημίου και Πατησίων.

- Σεπτέμβριος 1997: Βύθιση του περίφημου περιπτήρου, της οδού Πανεπιστημίου.
- Ρωγμές σε πενήντα κτίρια, μικρής κλίμακας, καθώς και ζημιές στον παλιό κινηματογράφο ABC, προκλήθηκαν στην περιοχή της Δάφνης

Όλα τα παραπάνω προβλήματα υποβαθμίζουν τις περιοχές γύρω από τα εργοτάξια του Μετρό και ταλαιπωρούν τους κατοίκους και τους ιδιοκτήτες καταστημάτων στις περιοχές αυτές. Τα προβλήματα όμως είναι παροδικά, καθώς παύουν να υπάρχουν μετά την ολοκλήρωση των έργων. Επιπλέον, η ύπαρξη του Σταθμού Μετρό και των λοιπών υποδομών (χώροι στάθμευσης κλπ) αναβαθμίζει την περιοχή επηρεάζοντας αυξητικά τις αξίες των ακινήτων και διευκολύνει την πρόσβαση στα καταστήματα, με σημαντικό οικονομικό όφελος.

5.2.2. Αρνητικές επιδράσεις κατά τη λειτουργία του Μετρό

Το βασικότερο πρόβλημα που εμφανίζεται στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό είναι η εμφάνιση τοπικά κυκλοφοριακής συμφόρησης λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης άλλων μέσων μαζικής μεταφοράς (λεωφορεία, ταξί) και ιδιωτικών οχημάτων. Οι επιπτώσεις από την κυκλοφοριακή συμφόρηση είναι οι εξής (Κοντόπουλος 2006):

- Παραγωγή θορύβου που επιβαρύνει τοπικά την περιοχή γύρω από τους σταθμούς
- Αύξηση τοπικά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Προβλήματα στην ολιγόχρονη στάθμευση για τις επιβιβάσεις των επιβατών
- Μείωση της ασφάλειας στις μετακινήσεις των οχημάτων και των πεζών

Επιπτώσεις του θορύβου

Οι περισσότερες διεθνείς νομοθεσίες (και η Ελληνική) θέτουν σαν ανώτερη στάθμη θορύβου στους χώρους κατοικίας DNL level 45 dB(A) θεωρώντας σαν μέσο όρο τα 35 dB(A), τα υψηλότερα επίπεδα διαταράσσουν σοβαρά τον ύπνο και την ξεκούραση του οργανισμού. Η νομοθεσία καθορίζει τα 50 dB(A) σαν ανώτατο όριο σε αστικές περιοχές και για εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε επαφή με κατοικημένα κτίσματα τα 45 dB(A), μετρούμενα εντός του κατοικημένου κτίσματος με πόρτες και παράθυρα ανοικτά (Χατζηλυμπέρης, 2008).

Οι επιπτώσεις από τον θόρυβο στην υγεία των κατοίκων της περιοχής, εκτός από το σύστημα ακοής, εμφανίζονται και στη ψυχική και σωματική τους υγεία. Ευθύνεται για μια σειρά προβλημάτων, όπως είναι η κόπωση, η επιθετικότητα και το συγκινησιακό stress, η κατάθλιψη και οι κρίσεις πανικού, καθώς και η υπέρταση. Μία ζετής έρευνα επί σπουδαστών πανεπιστημίου έδειξε ότι θόρυβος του ύψους των 70 dB προκαλεί σταθερά μείωση της προσαγωγής O₂ στο μυοκάρδιο (Καραγεωργίου, 2008).

Αποδεδειγμένες είναι επίσης και οι αρνητικές συνέπειες του θορύβου στην κοινωνική συμπεριφορά ατόμων. Για παράδειγμα, οι ερευνητές Matthews και Cannon σε εργαστηριακή έρευνα διαπίστωσαν ότι πολύ λιγότεροι άνθρωποι έδειχναν διάθεση να βοηθήσουν κάποιον συνάνθρωπο τους, όταν στο περιβάλλον επικρατούσαν επίπεδα θορύβου 85 dB σε αντίθεση με όταν επικρατούσαν επίπεδα θορύβου κάτω από 65 dB (Χατζηλυμπέρης, 2008).



Εικόνα 5.1 Κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο της Αθήνας

Ο θόρυβος, εκτός από τις αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, έχει συντελέσει και στην περιβαλλοντική παρακμή των αστικών κέντρων και την οικονομική υποβάθμιση πολλών περιοχών. Το οικονομικό κόστος της υποβάθμισης των αστικών κέντρων στους ιδιοκτήτες ακινήτων αλλά και στο ίδιο το κράτος είναι πολύ σημαντικό. Οι ιδιοκτήτες ακινήτων έχουν περιουσίες οι οποίες αξίζουν πολύ λιγότερο από ότι θα έπρεπε και το κράτος έχει μεγάλη απώλεια φορολογικών εσόδων. Εάν επιπλέον εξετάσουμε το κόστος και τις επιπτώσεις της περιβαλλοντικής υποβάθμισης στον τουρισμό, τις εμπορικές και πολιτιστικές σχέσεις με άλλα κράτη, την δυσμενή επίδραση σε αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία, την ανθρώπινη υγεία και ποιότητα ζωής, συμπεραίνουμε πως μας είναι αδύνατο να αγνοήσουμε το πρόβλημα. (Χατζηλυμπέρης, 2008).

Πίνακας 5.1. Επιτρεπόμενα όρια θορύβου.

Ένταση Θορύβου [dB(A)]	Κατάσταση
>81	Απαράδεκτη κατάσταση
81	
80	Πολύ θορυβώδης κατάσταση
79	
78	
77	Θορυβώδης κατάσταση
76	
75	
74	Σχεδόν ανεκτή κατάσταση

73	Καλή κατάσταση
72	
71	
70	
69	
68	Άνετη κατάσταση
<68	

Πηγή: Χατζηλυμπέρης, 2008

Σύμφωνα με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε τέσσερις σταθμούς του Μετρό της Αθήνας (Κοντόπουλος, 2006), τα επίπεδα του θορύβου είναι κατά 3dB μεγαλύτερα σε σύγκριση με μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε περιοχές πριν και μετά τους σταθμούς. Η μέγιστη τιμή που μετρήθηκε ήταν στον σταθμό Αγίου Δημητρίου, με τα επίπεδα του θορύβου να φθάνουν τα 83,8 dB, ενώ η αντίστοιχη μέτρηση σε περιοχές πριν και μετά τον σταθμό είναι 80,5 dB. Η τιμή 83,8 dB είναι πολύ μεγαλύτερη από τα ανώτερα επιτρεπτά όρια, ενώ από τον Πίνακα 5.1 προκύπτει ότι η κατάσταση σε αυτές τις συνθήκες θορύβου είναι απαράδεκτη.

Οι επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Η αυξημένη κίνηση οχημάτων στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, συμβάλλει στην αύξηση τοπικά των δεικτών της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ενός από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα παγκοσμίως.

Η έννοια της «ρύπανσης», σύμφωνα με την Ελληνική Νομοθεσία (Ν1650/1986 Για την Προστασία του Περιβάλλοντος) ορίζεται ως:

«Η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβου, ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του.»

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι, ανάλογα με τον τρόπο παραγωγής τους διακρίνονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς.

- Πρωτογενείς ρύποι: οι ρύποι που εκπέμπονται απ'ευθείας από τις διάφορες πηγές στην ατμόσφαιρα. Οι κυριότεροι πρωτογενείς ρύποι είναι:

- Αιωρούμενα σωματίδια [σκόνη, καπνός, σωματίδια βαρέων μετάλλων όπως του Μολύβδου (Pb) και του Νικελίου (Ni): πρόκειται για υλικά που βρίσκονται σε στερεή ή υγρή μορφή που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες και από τα οχήματα. Προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα και ιδιαίτερα προβλήματα σε ηλικιωμένους, παιδιά και άτομα που πάσχουν από άσθμα. Επίσης προκαλούν φθορές σε βαφές και μειώνουν την ορατότητα της ατμόσφαιρας.
- Διοξείδιο του Θείου (SO_2): άχρωμο και άοσμο αέριο σε χαμηλές συγκεντρώσεις, αλλά με έντονη μυρωδιά σε υψηλότερες. Φυσικά προέρχεται από τα ηφαίστεια αλλά οι ανθρωπογενείς και βλαβερές πηγές του είναι οι κεντρικές θερμάνσεις, τα διυλιστήρια πετρελαίου, οι χημικές βιομηχανίες και τα πετρελαιοκίνητα οχήματα. Επηρεάζει άτομα με αναπνευστικά προβλήματα, συμβάλλει στο φαινόμενο της όξινης βροχής, μειώνει την οξύτητα λιμνών και ποταμών, προκαλεί διάβρωση σε υλικά.



Εικόνα 5.2. Εξάτμιση οχήματος

- Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO): άχρωμο και άοσμο αέριο που εκπέμπεται ως προϊόν ατελούς καύσης από πάσης φύσεως μηχανές. Μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς, δημιουργώντας έτσι προβλήματα στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις επηρεάζει άτομα με καρδιακά προβλήματα, ενώ σε υψηλότερες επηρεάζει αρνητικά ακόμα και τα υγιή άτομα (προκαλεί ζαλάδες, πονοκεφάλους, κόπωση).
- Υδρογονάνθρακες (HC): Ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου. Σημαντικότερες ανθρωπογενείς πηγές είναι οι διαφυγές υγραερίων, η εξάτμιση βενζίνης και πετρελαιοειδών, η καύση υγρών και στερεών καυσίμων. Συμβάλλουν στη δημιουργία του νέφους.
- Δευτερογενείς ρύποι: οι ρύποι που σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από τους πρωτογενείς με χημικές αντιδράσεις που γίνονται είτε μεταξύ τους είτε με τα φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας με συμμετοχή του ηλιακού φωτός, της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Οι κυριότεροι δευτερογενείς ρύποι είναι οι:

- Μονοξείδιο του Αζώτου (NO): άχρωμο και άοσμο αέριο. Παράγεται από οχήματα και βιομηχανικούς καυστήρες κατά την καύση σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Διοξείδιο του Αζώτου (NO₂): αέριο με ιδιάζουσα μυρωδιά και καφέ χρώμα, χαρακτηριστικό του ουρανού, όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Προέρχεται μέσω χημικών αντιδράσεων, παρουσία ηλιακής ακτινοβολίας, από το μονοξείδιο του αζώτου. Ο κύριος ρύπος του νέφους και της όξινης βροχής. Προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα σε άτομα με άσθμα και σε παιδιά, ενώ επηρεάζει και τη βλάστηση.
- Όζον (O₃): άοσμο και άχρωμο αέριο. Στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας παίζει τον ευεργετικό ρόλο της προστασίας της Γης από την υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου. Στα κατώτερα στρώματα όμως, αποτελεί τον κυριότερο ρύπο του φωτοχημικού νέφους. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις επιδρά αρνητικά στους ιστούς των πνευμόνων και δημιουργεί προβλήματα σε άτομα με άσθμα και ασθένειες του αναπνευστικού. Ακόμα και σε υγιή άτομα, η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος προκαλεί ερεθισμό στην αναπνευστική οδό, διαταραχή της αναπνευστικής λειτουργίας, αίσθημα ξηρότητας στο λαιμό, πόνο στο στήθος, βήχα, ναυτία, ακόμα και πνευμονική συμφόρηση. Επίσης έχει τις δυσμενέστερες επιπτώσεις από όλους τους ρύπους στα φυτά, καθώς επιδρά στην ανάπτυξή τους, προκαλεί μεγάλες ζημιές στη δασική βλάστηση και μειώνει την αγροτική παραγωγή.

Τέλος πρέπει να αναφερθεί και το διοξείδιο του άνθρακα, το οποίο δεν καθορίζεται ως ρύπος από τη νομοθεσία, αλλά συμβάλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Η σύσταση των καυσαερίων των οχημάτων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος και την κατάσταση του κινητήρα, την ποιότητα των καυσίμων και τις συνθήκες οδήγησης. Οι διάφορες κατηγορίες οχημάτων δεν εκπέμπουν ούτε τους ίδιους ρύπους, ούτε τις ίδιες ποσότητες ρύπων. Για αυτό και η συγκριτική αξιολόγηση της ρύπανσης που προκαλούν δύο διαφορετικές κατηγορίες οχημάτων δεν μπορεί να γίνεται αθροιστικά αλλά για κάθε ρύπο χωριστά. Για παράδειγμα, τα συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα είναι πιο ρυπογόνα από τα πετρελαιοκίνητα ως προς το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), ενώ τα πετρελαιοκίνητα είναι πιο ρυπογόνα ως προς τα σωματίδια. (Νικολάου, 2009)

Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζεται η κλιμακωτή διαβάθμιση εκπομπής ρύπων ανά χιλιόμετρο κυκλοφορίας διαφορετικών οχημάτων. (Νικολάου, 2009)

Το 2004 το ΥΠΕΧΩΔΕ και συγκεκριμένα η Δ/νση ΕΑΡΘ (Τμήμα Ποιότητας Ατμόσφαιρας), λειτούργησε δεκαεπτά σταθμούς μέτρησης ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην περιοχή της Αττικής και ένα σταθμό στην Αλιάρτο Βοιωτίας για τις ανάγκες του Προγράμματος Διασυνοριακής Μεταφοράς της Ρύπανσης (EMEP). (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2005)

Πίνακας 5.2. Κλιμακωτή διαβάθμιση εκπομπής ρύπων ανά χιλιόμετρο κυκλοφορίας διαφορετικών οχημάτων

ΕΙΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ	CO	HC	NO_x	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΧΑΜΗΛΗ
ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΑ	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΧΑΜΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ
ΤΑΞΙ (ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΑ)	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΕΛΑΦΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	ΧΑΜΗΛΗ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ
ΒΑΡΙΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ	ΥΨΗΛΗ
ΔΙΚΥΚΛΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΜΕΤΡΙΑ	ΧΑΜΗΛΗ	ΧΑΜΗΛΗ

Πηγή: Νικολάου, 2009

Από μετρήσεις που έγιναν στους σταθμούς αυτούς ελήφθησαν δεδομένα για τέσσερις σταθμούς του Μετρό της Αθήνας. Συγκεκριμένα οι τέσσερις σταθμοί του Μετρό και οι αντίστοιχοι σταθμοί μέτρησης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τους οποίους ελήφθησαν τα δεδομένα, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.3. (Κοντόπουλος, 2006).

Πίνακας 5.3. Αντιστοίχιση σταθμών μελέτης – σταθμών ΥΠΕΧΩΔΕ

Σταθμός Μετρό	Σταθμός ΥΠΕΧΩΔΕ
Άγιος Αντώνιος	Περιστέρι
Εθνική Άμυνα	Γουδί
Δάφνη	Ν. Σμύρνη
Άγιος Δημήτριος	Ν. Σμύρνη

Πηγή: Κοντόπουλος, 2006

Οι μετρήσεις αυτές βέβαια είναι ευρύτερες και δεν αναφέρονται μόνο στους σταθμούς του Μετρό, οπότε και τα συμπεράσματα που λαμβάνουμε αφορούν τα επίπεδα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης γενικότερα στην πόλη της Αθήνας.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις μετρήσεις του ΥΠΕΧΩΔΕ σχετικά με την εξέλιξη του κάθε ρύπου τα τελευταία χρόνια είναι τα εξής (Κοντόπουλος, 2006):

- Το μονοξείδιο του άνθρακα παρουσιάζει γενικά τάση μείωσης ή σταθεροποίησης των τιμών του.
- Το διοξείδιο του θείου παρουσιάζει σημαντική τάση μείωσης των τιμών του που συνδέεται με τις μειώσεις της περιεκτικότητας του θείου τόσο στο πετρέλαιο κίνησης και θέρμανσης όσο και στην αμόλυβδη βενζίνη.
- Ο καπνός παρατηρείται ότι έχει τάση σταθεροποίησης ή μείωσης των τιμών του τα τελευταία χρόνια.
- Το μονοξείδιο του αζώτου παρουσιάζει τάση σταθεροποίησης ή μικρής μείωσης των τιμών.

- Το διοξείδιο του αζώτου παρουσιάζει τάση σταθεροποίησης ή μείωσης των τιμών τα τελευταία χρόνια.
- Το όζον παρουσιάζει γενικώς μια τάση σταθεροποίησης των τιμών του.
- τα αιωρούμενα σωματίδια, παρόλο που η χρονική διάρκεια των μετρήσεων είναι μικρή, γενικά παρουσιάζουν σταθερότητα στις τιμές τους.

Παρόλο που οι περισσότεροι ρύποι παρουσιάζουν τάσεις σταθεροποίησης ή μείωσης, όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, σε πολλές περιπτώσεις ορισμένοι από αυτούς εξακολουθούν να βρίσκονται πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια. Συγκεκριμένα: (Κοντόπουλος, 2006)

- Αιωρούμενα σωματίδια: παρουσιάζουν υπερβάσεις των ορίων της νέας οδηγίας της Ε.Ε. στην πλειονότητα των σημείων μέτρησης.
- Διοξείδιο του θείου (SO_2) : Ο ρύπος αυτός που παλαιότερα αποτελούσε πρόβλημα, έχει καταπολεμηθεί και δεν ξεπερνάει τα όρια σε καμιά θέση μέτρησης.
- Διοξείδιο του αζώτου (NO_2) : Το διοξείδιο του αζώτου παρουσιάζει υπερβάσεις της ενδεικτικής μέσης ετήσιας τιμής.
- Όζον (O_3): παρουσιάζονται υπερβάσεις τόσο του ορίου ενημέρωσης όσο και του ορίου συναγερμού κατά κύριο λόγο στους περιφερειακούς σταθμούς μέτρησης. Οι υπερβάσεις αυτές οφείλονται κατά κύριο λόγο στη γεωγραφική θέση της χώρας (μεγάλη ηλιοφάνεια και υψηλές θερμοκρασίες, συνθήκες που ευνοούν το σχηματισμό του όζοντος) και παρουσιάζονται σε όλες τις νότιες χώρες της Ε.Ε.
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) : Για το ρύπο αυτό υπήρξε υπέρβαση σε δυο σταθμούς μέτρησης του κέντρου της πόλης με έντονη κυκλοφορία.

- Μόλυβδος (Pb) : Ο μόλυβδος βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και δεν αποτελεί πρόβλημα.
- Βενζόλιο: Για το ρύπο αυτό δεν σημειώθηκε υπέρβαση της ενδεικτικής τιμής.

Ασφάλεια μετακίνησης οχημάτων – πεζών

Σύμφωνα με το Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων, το 70% του συνόλου των οδικών ατυχημάτων με παθόντες στην Ελλάδα γίνεται σε κατοικημένες περιοχές. Το 2010, περίπου το 30% των θανατηφόρων τροχαίων οχημάτων συνέβησαν σε κατοικημένη περιοχή. Ενώ έχουμε υψηλό δείκτη (περίπου 25%) νεκρών και τραυματιών πεζών σε αστικές περιοχές. (www.yme.gr)

Η αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό καθώς και μια σειρά άλλων συνιστωσών που αναλύονται παρακάτω, αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης τροχαίων ατυχημάτων, μειώνοντας έτσι το επίπεδο της οδικής ασφάλειας των πολιτών.

Οι βασικές συνιστώσες που συμβάλλουν στην μείωση του επιπέδου της οδικής ασφάλειας στις περιοχές γύρω από το Μετρό είναι, συγκεκριμένα από παρατηρήσεις που έγιναν σε τέσσερις σταθμούς του Μετρό της Αθήνας (Άγιος Αντώνιος, Άγιος Δημήτριος, Εθνική Άμυνα, Δάφνη), οι εξής: (Κοντόπουλος, 2006)

1. Η ταχύτητα: Το όριο ταχύτητας στις κατοικημένες περιοχές είναι 50 km/h, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά από ειδική σήμανση. Στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό δεν υπάρχει ειδική σήμανση να ορίζει διαφορετικό όριο ταχύτητας, άρα ισχύει το όριο των 50 km/h. Λαμβάνοντας υπόψη όμως την αυξημένη διέλευση πεζών και οχημάτων στις περιοχές αυτές θα έπρεπε να ορίζεται χαμηλότερο όριο ταχύτητας.

2. Έλλειψη αποκλειστικής λωρίδας προσωρινής στάθμευσης: Στις περιοχές των σταθμών του Μετρό δεν υπάρχουν λωρίδες προσωρινής στάθμευσης, με αποτέλεσμα τα οχήματα (ιδιωτικής ή δημόσιας χρήσης) να σταματούν προσωρινά στη δεξιά πλευρά του δρόμου, με άμεση συνέπεια την παρεμπόδιση της κυκλοφορίας και τον αυξημένο κίνδυνο πρόκλησης ατυχημάτων
3. Έλλειψη υπέργειας ή υπόγειας διάβασης: Στα σημεία των σταθμών του Μετρό υπάρχουν μαζικές μετακινήσεις πεζών, οι οποίοι λόγω έλλειψης υπέργειας διάβασης είναι αναγκασμένοι να διέρχονται από τους οδικούς άξονες με αυξημένο κίνδυνο για την ασφάλεια τους.
4. Έλλειψη επαρκούς φωτισμού: Παρατηρήθηκε ότι ο φωτισμός στις περιοχές των σταθμών του Μετρό είναι ανεπαρκής με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει τις μετακινήσεις των πεζών και των οχημάτων και να αυξάνει την πιθανότητα πρόκλησης ατυχήματος.
5. Έλλειψη σήμανσης: Δεν υπάρχουν προειδοποιητικές πινακίδες αλλαγής των κυκλοφοριακών συνθηκών (αυξημένη κίνηση πεζών, οχημάτων), με αποτέλεσμα οι οδηγοί που εισέρχονται στην περιοχή να μην έχουν την αυξημένη προσοχή που θα έπρεπε.
6. Έλλειψη προστατευτικών μπαρών: Δεν υπάρχουν προστατευτικές μπάρες στα πεζοδρόμια στις εισόδους / εξόδους των σταθμών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αυξημένη πιθανότητα ατυχήματος κατά τις μαζικές μετακινήσεις των επιβατών από και προς τους σταθμούς.
7. Διέλευση βαρέων οχημάτων: Η διέλευση των βαρέων οχημάτων είναι ένας επιπλέον επιβαρυντικός παράγοντας στις έντονες κυκλοφοριακές συνθήκες της περιοχής.
8. Χρωματισμός οδοστρώματος: Έλλειψη διαφορετικών χρωμάτων στο οδόστρωμα και εναλλαγή αυτών, ώστε να δημιουργείται η

αίσθηση της αλλαγής της περιοχής και να αυξάνεται η επαγρύπνηση των οδηγών.

Όλα τα παραπάνω καθιστούν την κατάσταση που επικρατεί στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό ιδιαίτερα επικίνδυνη.

Προβλήματα στάθμευσης οχημάτων

Από παρατηρήσεις που έγιναν στους προαναφερθέντες σταθμούς του Μετρό της Αθήνας, τα συμπεράσματα που προέκυψαν σχετικά με τη δυνατότητα στάθμευσης των οχημάτων είναι απογοητευτικά. Λόγω έλλειψης χώρων στάθμευσης τα οχήματα σταθμεύονται στους δρόμους γύρω από τους σταθμούς καταλαμβάνοντας όλες τις λωρίδες κυκλοφορίας, πλην της μεσαίας (Κοντόπουλος, 2006).

Τα προβλήματα από την ανεξέλεγκτη στάθμευση των οχημάτων είναι τα εξής (Κοντόπουλος, 2006):

- Κατάληψη των ακραίων λωρίδων κυκλοφορίας των οδών γύρω από τους σταθμούς
- Κατάληψη ενίοτε και των πεζοδρομίων των οδών γύρω από τους σταθμούς
- Δημιουργία κυκλοφοριακών προβλημάτων σε όλους τους δρόμους που βρίσκονται γύρω από τους σταθμούς
- Δυσμενής οπτική εικόνα και όχληση
- Αυξημένη πιθανότητα ατυχημάτων με συνέπεια την μείωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας
- Δυσχέρεια κυκλοφορίας των κατοίκων της περιοχής που κινούνται πεζοί



Πηγή: Κοντόπουλος, 2006

Εικόνα 5.3. Κατάληψη επιφανειών από τη στάθμευση των οχημάτων γύρω από τον σταθμό του Αγ. Αντωνίου

Στην Εικόνα 5.3 παρουσιάζεται χάρτης της περιοχής που βρίσκεται ο σταθμός του Αγίου Αντωνίου. Με μπλε χρώμα έχουν σημειωθεί οι επιφάνειες που έχουν καταληφθεί από σταθμευμένα οχήματα. Είναι φανερό ότι οι δρόμοι γύρω από τον σταθμό καταλαμβάνονται ανεξέλεγκτα από τα σταθμευμένα οχήματα.

5.3. Τα μέτρα αντιμετώπισης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.2 οι σημαντικότερες επιδράσεις από τη λειτουργία του Μετρό της Αθήνας εμφανίζονται στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς και είναι οι εξής:

- Παραγωγή θορύβου που επιβαρύνει τοπικά την περιοχή γύρω από τους σταθμούς
- Αύξηση τοπικά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

- Μείωση της ασφάλειας στις μετακινήσεις των οχημάτων και των πεζών
- Προβλήματα στην ολιγόχρονη στάθμευση για τις επιβιβάσεις των επιβατών

Παρακάτω παρουσιάζονται μια σειρά από μέτρα που προτείνονται για την αντιμετώπιση του κάθε προβλήματος ξεχωριστά.

5.3.1. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης του θορύβου

Ένα από τα σημαντικά προβλήματα που εμφανίζονται στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, είναι όπως αναφέραμε και παραπάνω, ο αυξημένος θόρυβος που προέρχεται από την αυξημένη κυκλοφοριακή κίνηση των οχημάτων. Από τις μετρήσεις που παραθέσαμε, είδαμε ότι τα επίπεδα θορύβου είναι κατά πολύ μεγαλύτερα από τα επιτρεπόμενα όρια, με αποτέλεσμα η κατάσταση που επικρατεί στις περιοχές των σταθμών να κρίνεται απαράδεκτη.

Για να περιορισθεί το πρόβλημα της ηχορύπανσης κρίνεται απαραίτητο να αναφερθούν οι παράγοντες που έχουν επιπτώσεις στον κυκλοφοριακό θόρυβο: (Σκαρλάτος, 2008)

- Το κυκλοφοριακό φορτίο
Όσο περισσότερα οχήματα κινούνται σε μια συγκεκριμένη οδό τόσο περισσότερος είναι ο θόρυβος που προκαλείται.
- Το ποσοστό των βαρέων οχημάτων: Το ποσοστό των βαρέων οχημάτων έχει μια σημαντική επίδραση στην παραγόμενη στάθμη θορύβου. Πειραματικά στοιχεία του Lewis έδειξαν ότι τα βαρέα οχήματα (μεγαλύτερα από 1500 kg) παράγουν στάθμη θορύβου 5- 10 dB μεγαλύτερη από τα ελαφρά.
- Η μέση ταχύτητα των οχημάτων: Κατά τον Anderson η μείωση της στάθμης του θορύβου που προκαλείται από τη μείωση κατά 10

Km/h της ταχύτητας είναι μεταξύ 2,1 και 3,7 dB για τα ελαφρά οχήματα και 1,7 έως 2,7 dB για τα βαρέα οχήματα.

- Η κλίση του οδοστρώματος: Στους δρόμους με κλίση ο οδηγός πρέπει να επιταχύνει ή να χρησιμοποιήσει τα φρένα συχνότερα απ' ότι στους ευθείς δρόμους. Οι μετρήσεις Delany βρήκαν μια αύξηση του θορύβου κατά 0,38 dB(A) ανά 1°.
- Το έδαφος: Ο θόρυβος που διαδίδεται μεταξύ των ελαστικών των αυτοκινήτων είναι μικρότερος στις πορώδεις επιφάνειες απ' ότι στις πυκνές επιφάνειες.
- Τα περιβάλλοντα κτίρια: Η επίδραση μιας πρόσοψης ενός κτηρίου πίσω από το σημείο υποδοχής θα αυξήσει το επίπεδο θορύβου. Σύμφωνα με τον Delany, μέτρηση σε απόσταση 1m από ένα συνεχές τούβλο δείχνει μια αύξηση 2.3 dB (A) στη μετρούμενη στάθμη.

Τα μέτρα που προτείνονται παρακάτω για τον περιορισμό του προβλήματος σχετίζονται με τη ρύθμιση των κυκλοφοριακών συνθηκών που επικρατούν στις περιοχές αυτές.

Πρόταση 1: Μείωση του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν τον θόρυβο που προέρχεται από την κίνηση των οχημάτων είναι η ταχύτητα με την οποία κινούνται. Στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό της Αθήνας δεν υπάρχει σήμανση που να καθορίζει το όριο ταχύτητας, άρα ισχύει το όριο για τις κατοικημένες περιοχές, των 50km/h. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η μείωση της στάθμης του θορύβου που προκαλείται από τη μείωση κατά 10 Km/h της ταχύτητας είναι μεταξύ 2,1 και 3,7 dB για τα ελαφρά οχήματα και 1,7 έως 2,7 dB για τα βαρέα οχήματα, μια μείωση του ορίου ταχύτητας από 50 σε 30 km/h, θα βοηθήσει σημαντικά το πρόβλημα.

Πρόταση 2: Τοποθέτηση ειδικών μειωτών ταχύτητας («σαμαράκια»)

Η μείωση της ταχύτητας των οδηγών μπορεί να επιτευχθεί και με την τοποθέτηση μειωτών ταχύτητας («σαμαράκια», βλ. Εικόνα 5.4) πριν και μετά τους σταθμούς του Μετρό οι οποίοι θα αναγκάζουν τους οδηγούς των αυτοκινήτων ή άλλων οχημάτων να μειώσουν την ταχύτητά τους.

Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι είναι απαραίτητη και η τοποθέτηση προειδοποιητικής σήμανσης πριν από τους μειωτές ταχύτητας για την αποφυγή πρόκλησης ζημιών στα οχήματα.

Πρόταση 3: Απαγόρευση της διέλευσης των βαρέων οχημάτων

Όπως προαναφέρθηκε, τα βαρέα οχήματα (μεγαλύτερα από 1500 kg) παράγουν στάθμη θορύβου 5- 10 dB μεγαλύτερη από τα ελαφρά. Άρα, η απαγόρευση κυκλοφορίας τους στους δρόμους γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, ή τουλάχιστον η απαγόρευση κυκλοφορίας τους τις ώρες αιχμής (πρωινές και μεσημεριανές ώρες), θα συνεισφέρει σημαντικά στον περιορισμό του προβλήματος



Εικόνα 5.4. Μειωτής ταχύτητας «σαμαράκι»

Πρόταση 4: Περιορισμός του κυκλοφοριακού φορτίου

Ο περιορισμός του κυκλοφοριακού φορτίου μπορεί να γίνει μέσω της ενθάρρυνσης χρήσης ποδηλάτων και της πεζής μετακίνησης. Αυτό απαιτεί, εκτός από την αλλαγή της νοοτροπίας των πολιτών, και μια σειρά υποδομών στην ευρύτερη περιοχή της Αθήνας. Τέτοιες υποδομές είναι η κατασκευή ποδηλατοδρόμων αλλά και η δημιουργία κατάλληλου χώρου στάθμευσης των ποδηλάτων.

Για την ενθάρρυνση της πεζής μετακίνησης είναι απαραίτητη η βελτίωση των υποδομών με το σχεδιασμό μεγαλύτερων πεζοδρομίων και δικτύου πεζόδρομων, έτσι ώστε να ενισχυθεί η ασφάλεια μετακίνησης των πεζών.

Πρόταση 5: Απαγόρευση προσωρινής στάθμευσης

Ένας από τους σημαντικούς λόγους δημιουργίας της ηχορύπανσης γύρω από τους σταθμούς του Μετρό είναι και η ανεξέλεγκτη στάση των οχημάτων που μεταφέρουν τους επιβάτες. Με την απαγόρευση της προσωρινής στάθμευσης των οχημάτων (ιδιωτικής και δημόσιας χρήσης), σε απόσταση τουλάχιστον 100 μέτρων από τους σταθμούς αλλά και σε απόσταση μεταξύ των επιτρεπόμενων περιοχών στάσης των διαφόρων μέσων (Ι.Χ., ταξί, λεωφορείων), θα επιτευχθεί η μείωση της συγκέντρωσης οχημάτων γύρω από τους σταθμούς.

Πρόταση 6: Κατασκευή πορώδων οδοστρωμάτων

Όπως προαναφέραμε, Ο θόρυβος που διαδίδεται μεταξύ των ελαστικών των αυτοκινήτων είναι μικρότερος στις πορώδεις επιφάνειες απ' ό τι στις πυκνές επιφάνειες.

Τα πορώδη οδοστρώματα είναι ανοικτού τύπου ασφαλτομίγματα. Αρχικά αναπτύχθηκαν για να απομακρύνουν γρήγορα το νερό της βροχής με αποτέλεσμα τη μείωση του φαινομένου της υδρολίσθησης από τα διερχόμενα οχήματα. Τα κενά που δημιουργούνται ανάμεσα στα

χονδρόκοκκα αδρανή συνδέονται με διαδρόμους που κυκλοφορεί ο αέρας, δημιουργώντας αποστραγγιστικά κανάλια σ' όλη την επιφάνεια του υλικού. Εκτός από το φαινόμενο της υδρολίστεσης, βρέθηκε ότι έχει και ως πλεονέκτημα τη μείωση του επιπέδου του θορύβου από τα διερχόμενα οχήματα. Πρακτικά βρέθηκε από μετρήσεις, ότι για οδόστρωμα από πορώδες υλικό, με 20 mm μέγιστη διάμετρο αδρανών, πάχους 0,05 m, και με μία ενισχυμένη ασφαλτο που μεγιστοποιεί το ποσοστό των κενών, μία μείωση του επιπέδου του θορύβου κατά 5-6 dB, συγκριτικά με ισοδύναμο μη πορώδες υλικό. (Κεχαγιά, 2001)

5.3.2. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.2.2, πολύ σημαντικό είναι και το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης οχημάτων. Βασικός στόχος λοιπόν είναι η μείωση των πηγών ρύπανσης αλλά και η διασπορά τους.

Πίνακας 5.4. Ρύποι ανάλογα με το είδος του οχήματος

ΡΥΠΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
CO	Βενζινοκίνητα οχήματα
NO ₂	Βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα
SO ₂	Πετρελαιοκίνητα οχήματα
Σωματίδια	Πετρελαιοκίνητα οχήματα
Βενζόλιο	Βενζινοκίνητα οχήματα
O ₃	Βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα οχήματα
Μόλυβδος	Βενζινοκίνητες με SUPER βενζίνη

Συνοπτικά οι βασικοί ρύποι που παράγονται ανάλογα με το είδος των οχημάτων, όπως αναφέραμε και αναλυτικά στην παράγραφο 5.2.2, παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.4.

Όταν λοιπόν, είναι συγκεντρωμένα σε μια περιοχή όλα τα οχήματα και μάλιστα σε μεγάλες συγκεντρώσεις, τότε εμφανίζονται τοπικά αυξημένοι

ρύπτοι και μάλιστα όλων των ειδών. Βασικός άξονας των προτάσεων βελτίωσης που αναφέρονται παρακάτω είναι η διασπορά αλλά και η μείωση της χρήσης των οχημάτων στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό.

Πρόταση 1: Απαγόρευση της διέλευσης των βαρέων οχημάτων

Τα βαρέα οχήματα εκτός από το ότι έχουν μεγαλύτερες εκπομπές ρύπων από τα συμβατικά επιβατικά οχήματα, σε πολλές περιπτώσεις επιβαρύνουν επιπλέον την ατμόσφαιρα λόγω των φορτίων που μεταφέρουν. Έτσι, η απαγόρευση διέλευσης των βαρέων οχημάτων από τις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, τουλάχιστον τις ώρες αιχμής, θα συνεισφέρει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

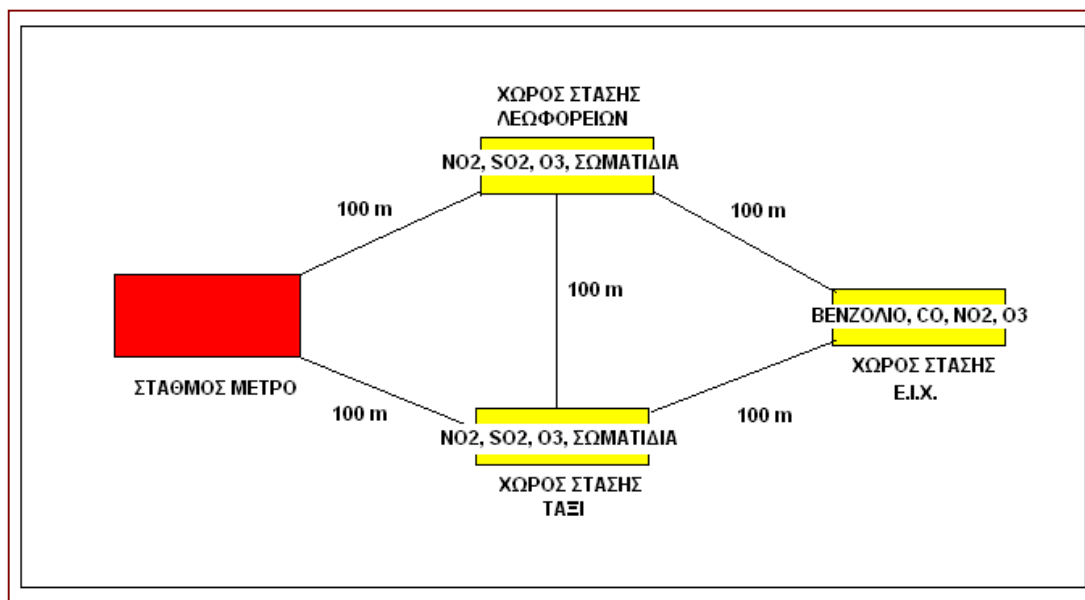
Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Λονδίνο, όπου από το 2008 βρίσκεται σε ισχύ η «Ζώνη Χαμηλών Εκπομπών Ρύπων» (Low Emissions Zone). Έχει οριοθετηθεί μια περιοχή στο κέντρο της πόλης όπου η κίνηση των πετρελαιοκίνητων φορητών, λεωφορείων, πούλμαν και μεγάλων οχημάτων τύπου βαν (καθαρού βάρους άνω των 1,205 τόνων) και μικρών λεωφορείων (άνω των 8 θέσεων και κάτω των 5 τόνων), επιβάλλει την καταβολή ημερήσιου τέλους (από 100 έως 200 αγγλικές λίρες ημερησίως).

Πρόταση 2: Διασπορά των οχημάτων που σταθμεύουν προσωρινά

Πολλά είναι τα οχήματα που σταθμεύουν προσωρινά στην περιοχή των σταθμών του Μετρό για την επιβίβαση των επιβατών, με αποτέλεσμα τη σημειακή συγκέντρωση πολλών πηγών ρύπανσης. Ένα μέτρο που θα βελτίωνε την κατάσταση αυτή είναι η διασπορά των επιτρεπόμενων περιοχών προσωρινής στάθμευσης των διαφόρων οχημάτων.

Ένα τέτοιο παράδειγμα διασποράς εμφανίζεται στην Εικόνα 5.5. Στο παράδειγμα αυτό έχουν τοποθετηθεί τρεις διαφορετικές περιοχές

προσωρινής στάθμευσης. Μία για τα λεωφορεία, μια για τα ταξί και μια για τα επιβατικά οχήματα. Έτσι αποτρέπεται η σημειακή συγκέντρωση ρύπων στην περιοχή του σταθμού του Μετρό.



Εικόνα 5.5. Διασπορά των ρύπων

Πρόταση 3: Περιορισμός του κυκλοφοριακού φορτίου

Όπως και στην περίπτωση του προβλήματος του θορύβου, έτσι και στην περίπτωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ο περιορισμός του κυκλοφοριακού φορτίου συμβάλλει στον περιορισμό του προβλήματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενθάρρυνσης χρήσης εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης από και προς τους σταθμούς (ποδηλάτων, πεζής μετακίνησης), με τα απαραίτητα όμως έργα υποδομής που αναφέρθηκαν παραπάνω (ποδηλατοδρόμων, διαπλάτυνση πεζοδρομίων κλπ)

5.3.3. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης της ασφάλειας των μετακινήσεων των οχημάτων και των πεζών

Ένα επίσης σοβαρό πρόβλημα που παρατηρείται στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό, είναι και ο αυξημένος κίνδυνος για την

ασφάλεια τόσο των πεζών όσο και των οχημάτων. Ο βασικός παράγοντας και σε αυτή την περίπτωση είναι το αυξημένο κυκλοφοριακό φορτίο αλλά και η έλλειψη υποδομών. Με βάση αυτές τις παραμέτρους παρουσιάζονται παρακάτω ορισμένα μέτρα αντιμετώπισης, ή τουλάχιστον μείωσης, του προβλήματος.

Πρόταση 1: Μείωση του ορίου ταχύτητας των οχημάτων

Το όριο ταχύτητας των οχημάτων στην περιοχή γύρω από τους σταθμούς του Μετρό είναι, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα 50 km/h. Προτείνεται η μείωση του ορίου στα 30 km/h για τη βελτίωση της οδικής ασφάλειας τόσο των πεζών όσο και των οχημάτων.

Πρόταση 2: Τοποθέτηση ειδικών μειωτών ταχύτητας («σαμαράκια»)

Όπως και στην περίπτωση του προβλήματος του θορύβου, έτσι και στην περίπτωση της οδικής ασφάλειας απαιτείται η μείωση της ταχύτητας των οχημάτων. Επιπλέον με την μείωση του ορίου ταχύτητας που αναφέρθηκε παραπάνω, προτείνεται και η τοποθέτηση μειωτών ταχύτητας, έτσι ώστε να αναγκάζονται οι οδηγοί να μειώσουν την ταχύτητα τους.

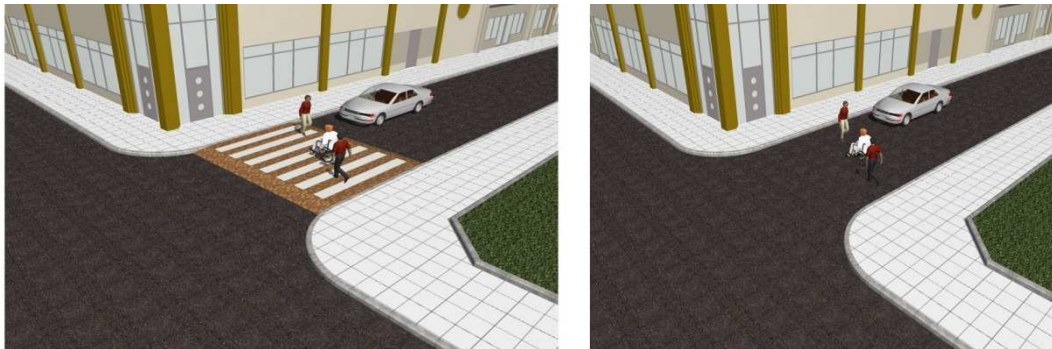
Πρόταση 3: Έμφαση στις διαβάσεις των πεζών

Για την οδική ασφάλεια των πεζών πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στις διαβάσεις των πεζών έτσι ώστε οι οδηγοί των οχημάτων να μειώσουν ταχύτητα και να αποδώσουν προτεραιότητα. Μερικά τέτοια παραδείγματα είναι τα εξής:

- Ανυψωμένη διάβαση πεζών: Στις ευρωπαϊκές πόλεις όταν πρέπει να είναι σαφής και αδιαπραγμάτευτη η προτεραιότητα του πεζού, η διάβαση πεζών ανυψώνεται ώστε ο πεζός να κινείται στο ίδιο επίπεδο και τα οχήματα να είναι υποχρεωμένα να μειώσουν

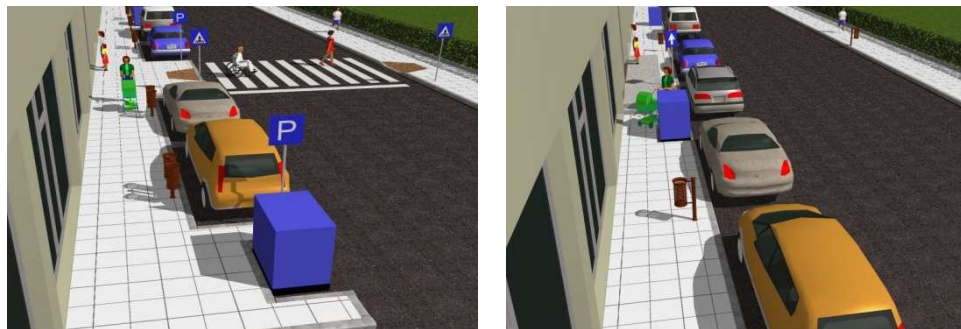
ταχύτητα και να αποδώσουν προτεραιότητα. Ένα τέτοιο παράδειγμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.6.

- Διαπλάτυνση πεζοδρομίου στις διαβάσεις: Για να επιτευχθεί η οδική ασφάλεια των πεζών στις διαβάσεις πρέπει να απελευθερωθεί μια ζώνη πλάτους 1,5-2 μέτρα, να αποκατασταθούν οι ανισοσταθμίες και να κατασκευαστούν ειδικές ράμπες σε όλες τις διασταυρώσεις. Ένα τέτοιο παράδειγμα παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.7.



Πηγή: Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών
και Δικτύων, www.yme.gr

Εικόνα 5.6. Ανυψωμένη διάβαση πεζών



Πηγή: Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών
και Δικτύων, www.yme.gr

Εικόνα 5.7. Διαπλάτυνση πεζοδρομίου στις διαβάσεις

- Ειδικές διαμορφώσεις στις εισόδους των σταθμών: Λόγω της αυξημένης κίνησης επιβατών στις εισόδους των σταθμών του Μετρό προτείνονται ειδικές διαμορφώσεις που θα εξασφαλίζουν

την οδική ασφάλεια των πεζών, όπως αυτές που παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.8.



Πηγή: Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών
και Δικτύων, www.yme.gr

Εικόνα 5.8. Ειδικές διαμορφώσεις στις εισόδους των σταθμών

Οι ειδικές διαμορφώσεις που παρουσιάζονται στην Εικόνα 5.8, περιλαμβάνουν:

- α. Μικρή οπισθοχώρηση της εισόδου, που αυξάνει το ζωτικό χώρο του πεζοδρομίου
 - β. Τοπική διαπλάτυνση του πεζοδρομίου, που αποκαλύπτει το οπτικό πεδίο και
 - γ. Ανυψωμένη διάβαση πεζών με χρωματική διαφοροποίηση που υποχρεώνει σε μείωση της ταχύτητας των οχημάτων και σε απόδοση προτεραιότητας.
- Κατασκευή υπέργειων ή υπόγειων διαβάσεων πεζών: Στις περιπτώσεις οδοστρωμάτων πολύ μεγάλου πλάτους συνιστάται η κατασκευή υπέργειων -κατά προτίμηση- ή υπόγειων διαβάσεων, λαμβάνοντας μέριμνα για την παράλληλη κατασκευή ραμπών ή ανυψωτικών μηχανισμών ώστε να είναι δυνατή η χρήση τους και από άτομα με ειδικές ανάγκες.

Πρόταση 4: Διασπορά των οχημάτων που σταθμεύουν προσωρινά

Όπως και στις περιπτώσεις των προβλημάτων του θορύβου και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έτσι και στην περίπτωση της οδικής ασφάλειας, η διασπορά των οχημάτων θα συμβάλλει στον περιορισμό του προβλήματος. Όσο μικρότερη είναι η συγκέντρωση οχημάτων και πεζών τόσο λιγότερες είναι και πιθανότητες πρόκλησης ατυχημάτων

Πρόταση 5: Απαγόρευση της διέλευσης των βαρέων οχημάτων

Τα βαρέα οχήματα, εκτός από τα προβλήματα ρύπανσης και θορύβου που προκαλούν, ενισχύουν και το πρόβλημα της οδικής ασφάλειας, καθώς λόγω του όγκου τους περιορίζουν την ορατότητα των οδηγών των άλλων οχημάτων. Και για αυτό το πρόβλημα λοιπόν, προτείνεται η απαγόρευση ή ο περιορισμός μετακίνησης (στις ώρες αιχμής) των βαρέων οχημάτων στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό.

Πρόταση 6: Ενίσχυση φωτισμού

Όπως είδαμε και στην παράγραφο 5.2 ο φωτισμός στους υπό μελέτη σταθμούς είναι ανεπαρκής. Με την ενίσχυση του φωτισμού βελτιώνεται η ορατότητα τόσο των πεζών όσο και των οδηγών, με αποτέλεσμα την μείωση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχήματος.

Πρόταση 7: Τοποθέτηση προειδοποιητικής σήμανσης

Απαιτείται να τοποθετηθούν προειδοποιητικές πινακίδες στις περιοχές πριν και μετά τους σταθμούς οι οποίες θα ενημερώνουν για τις ειδικές συνθήκες που επικρατούν (όριο ταχύτητας, διαβάσεις, αυξημένη κίνηση πεζών και οχημάτων κλπ), έτσι ώστε οι οδηγοί να προσαρμόζονται έγκαιρα σε αυτές.

5.3.4. Προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισης του προβλήματος της στάθμευσης

Ένα επίσης σοβαρό πρόβλημα που εμφανίζεται στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό της Αθήνας, είναι η έλλειψη χώρων στάθμευσης των ιδιωτικών οχημάτων, με αποτέλεσμα την ανεξέλεγκτη στάθμευση στις οδούς γύρω από αυτούς. Μερικές από τις αρνητικές συνέπειες της ανεξέλεγκτης στάθμευσης είναι οι εξής: (Κοντόπουλος, 2006)

- Κατάληψη των ακραίων λωρίδων κυκλοφορίας των οδών γύρω από τους σταθμούς.
- Κατάληψη ενίοτε και των πεζοδρομίων των οδών γύρω από τους σταθμούς.
- Δημιουργία κυκλοφοριακών προβλημάτων σε όλους τους δρόμους που βρίσκονται γύρω από τους σταθμούς.
- Δυσμενής οπτική εικόνα και όχληση.
- Αυξημένη πιθανότητα ατυχημάτων με συνέπεια την μείωση του επιπέδου οδικής ασφάλειας.
- Δυσχέρεια κυκλοφορίας των κατοίκων της περιοχής που κινούνται πεζοί.

Πρόταση 1: Δημιουργία χώρων στάθμευσης

Για τους παραπάνω λόγους κρίνεται απαραίτητο να δημιουργούν οργανωμένοι χώροι στάθμευσης σε κοντινές αποστάσεις από τους σταθμούς του Μετρό που να καλύπτουν τις απαιτήσεις του επιβατικού κοινού. Οι χώροι αυτοί μπορεί να είναι υπόγειοι, υπέργειοι ή υπαίθριοι. Πρόσφατο παράδειγμα αποτελεί ο υπόγειος χώρος στάθμευσης στον Σταθμό Συγγρού – Φίξ. Πρόκειται για έναν υπόγειο χώρο στάθμευσης χωρητικότητας 640 θέσεων, που είναι ένας από τους μεγαλύτερους υπόγειους χώρους στάθμευσης της Αθήνας.

Πρόταση 2: Ενθάρρυνση εναλλακτικής μετακίνησης (ποδήλατο, πεζή μετακίνηση)

Και στην περίπτωση αυτή, η ενθάρρυνση της πεζής μετακίνησης και της μετακίνησης με ποδήλατο θα βελτιώσει το πρόβλημα της στάθμευσης, με όλες τις απαραίτητες υποδομές που πρέπει να δημιουργηθούν για αυτό (ποδηλατοδρόμοι, έργα για την ενίσχυση της οδικής ασφάλειας κλπ).

Πρόταση 3: Ενίσχυση της «Συνδυασμένης Μετακίνησης»

Μια ακόμα πρόταση για την μείωση του προβλήματος της στάθμευσης των ιδιωτικών οχημάτων, είναι η ενίσχυση της «Συνδυασμένης Μετακίνησης», της μετεπιβίβασης δηλαδή των επιβατών του Μετρό από και προς άλλα μέσα μεταφοράς, έτσι ώστε να μην είναι αναγκασμένοι οι επιβάτες να χρησιμοποιούν τα ιδιωτικά τους οχήματα. Η μετεπιβίβαση αυτή πρέπει να διεξάγεται υπό συνθήκες ασφάλειας, ταχύτητας και αξιοπιστίας.

Η ενίσχυση αυτή θα μπορούσε να γίνει με την γενικότερη αναβάθμιση της ποιότητας όλων των μέσων μεταφοράς αλλά και της προσαρμογής τους στις αυξημένες ανάγκες των περιοχών των σταθμών του Μετρό.

Ορισμένα μέτρα που θα συνεισφέρουν στην ενίσχυση της συνδυασμένης μετακίνησης είναι:

- Η αύξηση της συχνότητας των δρομολογίων των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς, από και προς τους σταθμούς του Μετρό.
- Η δημιουργία νέων δρομολογίων εξπρές από και προς τους μεγάλους σταθμούς του Μετρό .
- Η αναβάθμιση των στόλων των υπόλοιπων μέσων μεταφοράς έτσι ώστε να αναβαθμισθεί η ποιότητα της μεταφοράς.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από το σύνολο των ενοτήτων που προηγήθηκαν διατυπώνονται κάποια βασικά συμπεράσματα, κυρίως για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις των μετρό και για τους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ειδικότερα τα συμπεράσματα επικεντρώνονται στην περίπτωση του μετρό της Αθήνας που χρησιμοποιήθηκε ως μελέτη περίπτωσης της παρούσας εργασίας.

Η ανάγκη διασύνδεσης των συνοικιών με τα κέντρα των μεγάλων αστικών πόλεων εμφανίστηκε από το 1863 ακόμα, όταν και λειτούργησε ο πρώτος υπόγειος σιδηρόδρομος του Λονδίνου ενώ ακολούθησαν και άλλες μεγάλες πόλεις παγκοσμίως (Βουδαπέστη 1896, Βερολίνο 1902, κ.α.)

Από τη διεθνή εμπειρία βλέπουμε ότι η χρήση του Μετρό σήμερα αποτελεί λύση για την αντιμετώπιση των μεγάλων κυκλοφοριακών προβλημάτων, που δημιουργεί η συνεχώς αυξανόμενη ιδιοκτησία και χρήση των ιδιωτικών οχημάτων. Επίσης, η χρήση του συντελεί στην καλύτερη και ορθολογικότερη αξιοποίηση του διατιθέμενου χώρου, μειώνει την κατανάλωση ενέργειας ανά μετακινούμενο και μειώνει την μόλυνση της ατμόσφαιρας. Έτσι, οι εταιρείες μητροπολιτικών σιδηρόδρομων παγκοσμίως έχουν υιοθετήσει σήμερα περιβαλλοντικές πολιτικές συμμορφωμένες με την ισχύουσα νομοθεσία.

Στην Ελλάδα Ο βασικός νόμος για το περιβάλλον ήταν ο Νόμος 1650 της 15/16.10.86 «Για την προστασία του περιβάλλοντος», τον οποίο ακολούθησαν μια σειρά από συμπληρωματικοί Νόμοι, Υπουργικές Διατάξεις, Εγκύκλιοι και Προεδρικά Διατάγματα, εναρμονισμένοι και με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες, με τελευταίο σε ισχύ τον Ν.4014/2011- ΦΕΚ 209/21-9-2011 και τις αποφάσεις που αναφέρονται στα ΦΕΚ 1077/9-4-2012 και ΦΕΚ 964/19-4-2013

Ειδικότερα, στο Κεφάλαιο Α' του Ν.4014/11, θεσμοθετείται η προστασία του περιβάλλοντος από έργα και δραστηριότητες

Οι θετικές επιδράσεις από τη λειτουργία του Μετρό της Αθήνας εκτός από περιβαλλοντικές είναι και οικονομικές αλλά και αναπτυξιακές. Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά οφέλη από τη λειτουργία του Μετρό σχετίζονται με τη μείωση της χρήσης των ιδιωτικών οχημάτων. Μερικά από αυτά είναι:

- Μείωση του κυκλοφοριακού προβλήματος
- Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Μείωση της ηχορύπανσης
- Μείωση της πιθανότητας πρόκλησης ατυχημάτων
- Εξοικονόμηση καυσίμων

Η δημιουργία του Μετρό δημιούργησε και μια σειρά από αρνητικές επιδράσεις, τόσο κατά τη φάση κατασκευής του όσο και κατά τη λειτουργία του, κυρίως στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς.

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου και κατά την διάρκεια των έργων επέκτασης των γραμμών του Μετρό τα βασικά προβλήματα που εμφανίζονται είναι τα εξής:

- Κυκλοφοριακά προβλήματα στους δρόμους γύρω από τα εργοτάξια
- Οδική ασφάλεια οχημάτων και πεζών
- Θόρυβος – Δονήσεις
- Αισθητική
- Απρόοπτα κατά τη φάση κατασκευής (καθιζήσεις)

Τα προβλήματα όμως αυτά είναι παροδικά καθώς παύουν να υπάρχουν μετά την ολοκλήρωση των έργων.

Τα προβλήματα κατά τη λειτουργία του Μετρό εμφανίζονται τοπικά στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς, και είναι τα εξής:

- Παραγωγή θορύβου που επιβαρύνει τοπικά την περιοχή γύρω από τους σταθμούς
- Αύξηση τοπικά της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- Προβλήματα στην ολιγόχρονη στάθμευση για τις επιβιβάσεις των επιβατών
- Μείωση της ασφάλειας στις μετακινήσεις των οχημάτων και των πεζών

Οι προτάσεις που έγιναν για την μείωση των ανωτέρω προβλημάτων είναι οι εξής:

- Πρόταση 1: Μείωση του επιτρεπόμενου ορίου ταχύτητας: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου και της οδικής ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων.
- Πρόταση 2: Κατασκευή πορωδών οδοστρωμάτων: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου.
- Πρόταση 3: Τοποθέτηση ειδικών μειωτών ταχύτητας («σαμαράκια»): Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου και της οδικής ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων.
- Πρόταση 4: Απαγόρευση της διέλευσης των βαρέων οχημάτων: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου, της οδικής ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων αλλά και στο πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- Πρόταση 5: Περιορισμός του κυκλοφοριακού φορτίου μέσω της ενθάρρυνσης εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης (ποδήλατο, πεζή μετακίνηση): Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου, το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και στο πρόβλημα της στάθμευσης.
- Πρόταση 6: Διασπορά των οχημάτων που σταθμεύουν προσωρινά (λεωφορεία, ταξί, Ι.Χ.): Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα του θορύβου, το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής

ρύπανσης και στο πρόβλημα της οδικής ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων.

- Πρόταση 7: Έμφαση στις διαβάσεις των πεζών: Παραδείγματα: ανυψωμένη διάβαση πεζών, διαπλάτυνση πεζοδρομίου στις διαβάσεις, ειδικές διαμορφώσεις στις εισόδους των σταθμών, υπέργειες ή υπόγειες διαβάσεις πεζών. Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα της ασφάλειας των πεζών.
- Πρόταση 8: Ενίσχυση φωτισμού: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα της ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων.
- Πρόταση 9: Τοποθέτηση προειδοποιητικής σήμανσης: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα της ασφάλειας των πεζών και των οχημάτων.
- Πρόταση 10: Δημιουργία χώρων στάθμευσης: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα της στάθμευσης.
- Πρόταση 11: Ενίσχυση της «Συνδυσασμένης Μετακίνησης»: Επιτυγχάνεται μείωση στο πρόβλημα της στάθμευσης. Έτσι, τα περιβαλλοντικά προβλήματα που εμφανίζονται τοπικά στις περιοχές γύρω από τους σταθμούς του Μετρό είναι εφικτό να αντιμετωπισθούν ή τουλάχιστον τα μειωθούν αισθητά με μια σειρά από επεμβάσεις σαν αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Το Μετρό μόνο οφέλη μπορεί να επιφέρει, τόσο στις συγκοινωνίες της μητροπολιτικής περιοχής της Αθήνας, όσο και σε άλλες πτυχές της ζωής σε αυτήν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [01] BKV Jrt (2010) 'Annual Report', BKV Jrt
- [02] Höfert, A. Kalt, D. και Hilberath C. (2009) 'A comparison of purchasing power around the globe / 2009 edition. Prices and Earnings', UBS Art Collection, Berlin
- [03] London Underground (2006) 'Environment report', London Underground, London
- [04] London Underground (2010) 'Environmental Impact Statement', DART Underground, Volume 1 – 4, June 2010
- [05] Stevens, A. (2009) 'Berlin U-Bahn: rebuilding after 100 years of turbulent history', 23 August 2009, Ηλεκτρονικά Διαθέσιμο: www.citymajors.com (Τελευταία Πρόσβαση: 22-01-2012)
- [06] Αδρικοπούλου, Ε. Γιαννακού, Α. Καυκαλάς, Γ. Πιτσιάβα-Λατινοπούλου, Μ. (2007) 'Πόλη και πολεοδομικές πρακτικές', Εκδόσεις Κριτική, Αθήνα
- [07] Αμπελιώτης, Κ. (2007) 'Κλιματικές Αλλαγές και Ατμόσφαιρα', Ινστιτούτο Διαρκούς Εκπαίδευσης Ενηλίκων, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα
- [08] ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ (2004) 'Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό. Το σχέδιο μεταφορών του Ν. Αττικής', Έκθεση 4, Αθήνα
- [09] Αττικό Μετρό Εταιρεία Λειτουργίας ΑΕ (2007) 'Ενημερωτική έκδοση', Αθήνα
- [10] Ζαφειριάδης, Κ. και Τζώρτζη, Ν. (2005) 'Περιβαλλοντική διαχείριση και αποκατάσταση στα μεγάλα έργα υποδομής. Παραδείγματα από την εφαρμογή σε μεγάλα γραμμικά έργα από την ΕΡΓΟΣΕ ΑΕ ('Σιδηροδρομικός ΠΑΘΕ') και την Ε.Ο.Α.Ε. ('Εγνατία Οδός')', 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας, Βόλος 18-20 Μαΐου 2005

- [11] Ηλιάδου, Α. (2007) 'Η συμβολή του Μετρό στη βιώσιμη ανάπτυξη της Αθήνας', Πτυχιακή Εργασία Τμήματος Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών
- [12] Κάδη, Ε. (2004) 'Αστικά και Προαστιακά Σιδηροδρομικά Συστήματα Μεταφορών στην Ελλάδα', Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πολυτεχνική Σχολή, ΑΠΘ
- [13] Καραγεωργίου Χ. (2008) 'Η Ηχορύπανση και οι επιπτώσεις της στον ανθρώπινο οργανισμό', Ημερίδα ΤΕΕ: Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα – Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις, Αθήνα, 14 Ιανουαρίου 2008
- [14] Κεχαγιά Φ. (2001) 'Αντιθορυβικά πορώδη οδοστρώματα', Θεσσαλονίκη
- [15] Κοντόπουλος, Φ. (2006) 'Περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε σχέση με την ανάλυση στοιχείων επιβατικής κίνησης των σταθμών του Μετρό της Αθήνας', Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, ΠΜΣ Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Έργων Υποδομής, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα
- [16] Μπάτσος, Δ. και Τζουβαδάκης Ι. (2007) 'Ο μετασχηματισμός του αστικού περιβάλλοντος μέσω της ανάπτυξης μητροπολιτικού σιδηρόδρομου (Η περίπτωση της Αθήνας)', Τεχν. Χρον. Επιστ. Εκδόσεις ΤΕΕ, II, Τεύχος 1-2, 2007
- [17] Νικολάου Κ. (2009) 'Διδακτικές σημειώσεις μαθήματος Ασφάλεια μεταφορών και επιπτώσεις στο περιβάλλον', στο διατμηματικό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Σχεδιασμός, Οργάνωση και Διαχείριση Συστημάτων Μεταφορών, Θεσσαλονίκη
- [18] Νόμος 4014/2011 'Για την προστασία του περιβάλλοντος', (ΦΕΚ 209Α/21-9-2011) και αποφάσεις ΦΕΚ 1077/9-4-2012 , ΦΕΚ 964/10-4-2013, Εγκύκλιος 183745/26-6-2013

- [19] Παπαδόπουλος, Μ. (2004) 'Οι κατασκευές στον 21^ο αιώνα', Τεχνικά Χρονικά, Τεύχος Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου 2004, σελ 3-10
- [20] Πυργίδης Χ. (2006) 'Σχεδιασμός και κατασκευή σιδηροδρομικής υποδομής', Θεσσαλονίκη, Έκδοση: Υπηρεσία Δημοσιευμάτων Α.Π.Θ.
- [21] Σκαρλάτος, Δ. (2008) 'Δραστηριότητες του ΕΛΙΝΑ στην πρόβλεψη και αντιμετώπιση του κυκλοφοριακού θορύβου', Ημερίδα ΤΕΕ: Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα – Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις, Αθήνα, 14 Ιανουαρίου 2008
- [22] Τζαβάρια Χ. (2003) '12 ΕΜΠΟΔΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ', Άρθρο στην Εφημερίδα Ελευθεροτυπία, 8 Ιανουαρίου 2003
- [23] ΥΠΕΧΩΔΕ (2004) 'Η Ατμοσφαιρική Ρύπανση στην Αθήνα', ΥΠΕΧΩΔΕ, ΓΕΝ. Δ/ΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, Δ/ΝΣΗ Ε.Α.Ρ.Θ. ΕΚΘΕΣΗ
- [24] Χατζηλυμπέρης, Κ. (2008) 'Το πρόβλημα της αστικής ηχορύπανσης – Η σημασία των Τεχνικών Πρόληψης στην Πηγή, κατά τη διάδοση, στον αποδέκτη και ο ρόλος του καταναλωτή', Ημερίδα ΤΕΕ: Οι επιπτώσεις της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα – Αναγκαία μέτρα και παρεμβάσεις, Αθήνα, 14 Ιανουαρίου 2008

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

- [01] Transport for London www.tfl.gov.uk
- [02] Αρχή Μεταφορών Βερολίνου
(Berliner Verkehrsbetriebe) www.bvg.de
- [03] Αττικό Μετρό Α.Ε. www.ametro.gr
- [04] Αττικό Μετρό Εταιρεία Λειτουργίας Α.Ε. www.amel.gr
- [05] Γραμμής 4 του Μέτρο της Βουδαπέστης www.metro4.hu
- [06] Διαδικτυακή Πύλη Metro Bits <http://mic-ro.com/metro/index.html>

- [07] Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι
Αθηνών – Πειραιώς (ΗΣΑΠ ΑΕ) www.isap.gr
- [08] Υπουργείο Υποδομών Μεταφορών και Δικτύων www.yme.gr