

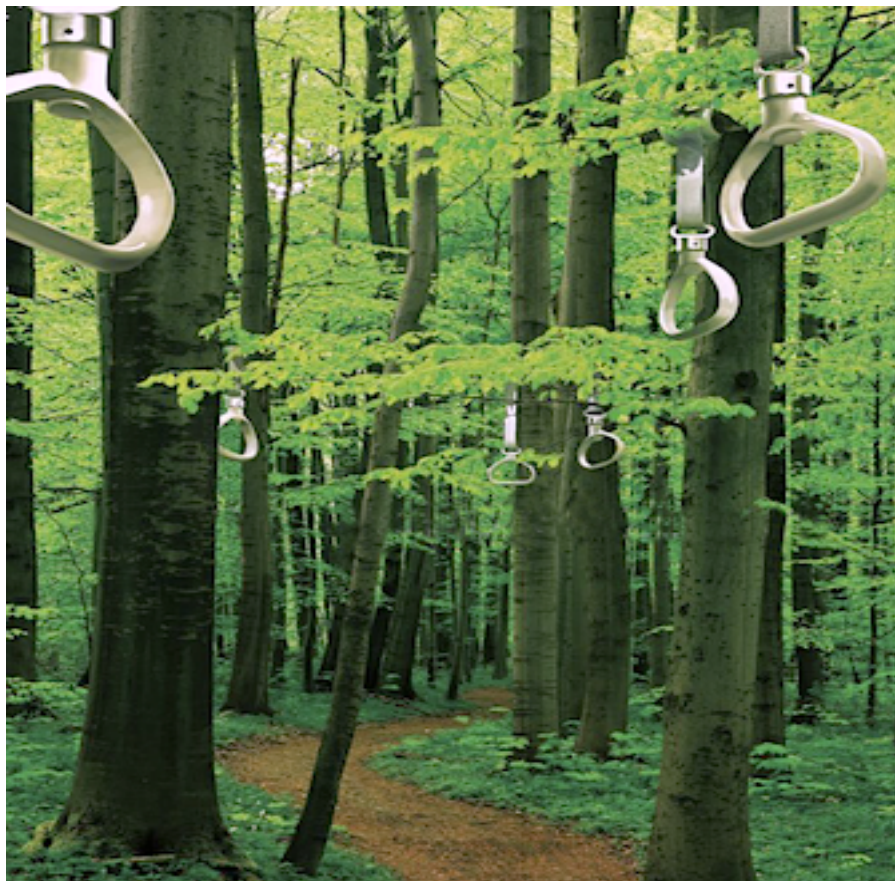


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ- ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

« Κοινωνική Ανάλυση κόστους-οφέλους της επέκτασης της γραμμής 3 του Μετρό (Αιγάλεω-Χαϊδάρη). »

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαρία Κωτσαρέλη



Επιβλέπων: Δημήτριος Καλιαμπάκος  
Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011







ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ- ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ

« Κοινωνική Ανάλυση κόστους-οφέλους της επέκτασης της γραμμής 3 του Μετρό (Αιγάλεω-Χαϊδάρη). »

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μαρία Κωτσαρέλη

Επιβλέπων: Δημήτριος Καλιαμπάκος  
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή στις 21/07/2011

Α. Μπενάρδος, Λέκτορας, .....(Υπογραφή)

Δ. Δαμίγος, Επίκουρος Καθηγητής, .....(Υπογραφή)

Δ. Καλιαμπάκος, Καθηγητής, .....(Υπογραφή)

ΑΘΗΝΑ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2011

Copyright © Μαρία Κωτσαρέλη, 2011  
Με επιφύλαξη κάθε δικαιώματος. All rights reserved.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ιλιγγιώδης ταχύτητα ανάπτυξης του παγκόσμιου πληθυσμού σε συνδυασμό με το έντονο φαινόμενο της αστικοποίησης των τελευταίων χρόνων έχει οδηγήσει στη συσσώρευση μεγάλου αριθμού ανθρώπων και στη συγκέντρωση μεγάλου τμήματος της εμπορικής και βιομηχανικής δραστηριότητας μιας χώρας σε περιορισμένους από πλευράς έκτασης αστικούς χώρους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται πληθώρα προβλημάτων στα αστικά κέντρα, όπως έλλειψη ζωτικού χώρου αφού οι δρόμοι και κατ' επέκταση τα αυτοκίνητα καταλαμβάνουν όλο και περισσότερο χώρο και δυσκολία μετακίνησης των κατοίκων στα αστικά κέντρα λόγω της κυκλοφοριακής συμφόρησης των οχημάτων. Τα προβλήματα αυτά με τη σειρά τους έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία προκαλώντας άγχος, νεύρα, καρδιοαγγειακές παθήσεις, νοσήματα του αναπνευστικού στους πολίτες των μεγάλων αστικών κέντρων και παράλληλα υποβαθμίζοντας την ποιότητα ζωής τους. Ως επιστημονική απάντηση σε αυτό το φάσμα των κοινωνικών επιπτώσεων παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια η αυξανόμενη τάση αξιοποίησης του υπόγειου χώρου για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων υποδομής. Η τάση αυτή που εμφανίζεται τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο επιβεβαιώνει καθημερινά τη δυναμική των υπογείων έργων στην αντιμετώπιση των σύγχρονων προβλημάτων. Έργα όπως τα υπόγεια δίκτυα συγκοινωνίας που επεκτείνονται όλο και πιο πολύ, χώροι διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων, χώροι στάθμευσης, δημιουργούν μια ανάσα στις αποπνικτικές αστικές πόλεις. Ωστόσο, το κόστος κατασκευής τους είναι ιδιαίτερα υψηλό έναντι κάποιων επιφανειακών έργων και για αυτό ακριβώς το λόγο πολλές φορές αποφεύγονταν μέχρι σήμερα. Με βάση όμως κάποιες αξιολογήσεις που εξετάζουν τα οικονομικά οφέλη των έργων αυτών είναι δυνατόν να αποδειχθεί πως τα υπόγεια έργα αποτελούν την οικονομικότερη λύση. Μια τέτοια οικονομική αξιολόγηση αποτελεί η κοινωνική ανάλυση κόστους οφέλους που υπαγορεύεται πλέον από τις Κοινοτικές Οδηγίες για την απόφαση μιας υπόγειας κατασκευής. Στην κοινωνική ανάλυση κόστους – οφέλους μελετώνται τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη που θα επιφέρει το έργο, αποτιμώνται με μεθόδους περιβαλλοντικής οικονομίας σε οικονομικά αγαθά με αποτέλεσμα να αποδείξουν πως τα ποσά χρημάτων που θα επενδυθούν για το εν λόγω έργο θα αποφέρουν σημαντικά κέρδη καθιστώντας την επένδυση βιώσιμη. Σε αυτό το πλαίσιο στηρίζεται και η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Πραγματοποιεί κοινωνική ανάλυση κόστους οφέλους της επέκτασης

της Γραμμής 3 του Μετρό Αιγάλεω – Χαϊδάρι με σκοπό την αποτίμηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων του έργου. Αρχικά μελετώνται τα τέσσερα εναλλακτικά σενάρια χρηματοδότησης του έργου (Δανεισμός, Κοινωνική Συνδρομή, Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων) και μετά εφαρμόζεται η χρηματοοικονομική ανάλυση της επέκτασης του έργου. Τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης αποδεικνύουν πως ανεξαρτήτως χρηματοδοτικού σεναρίου η επένδυση κρίνεται μη βιώσιμη. Στη συνέχεια αναγνωρίζονται και αποτιμώνται με οικονομικούς όρους οι κοινωνικές και περιβαλλοντικές ωφέλειες της κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Επίσης, απαραίτητο στοιχείο για την κοινωνική ανάλυση είναι και η μετατροπή των χρηματοοικονομικών τιμών σε καθαρά οικονομικές τιμές, χωρίς δηλαδή τις φορολογικές συνιστώσες (Φ.Π.Α, ασφαλιστικές εισφορές). Αφού πραγματοποιηθούν η οικονομική μετατροπή των τιμών και η οικονομική αποτίμηση των αγαθών γίνεται η κοινωνική ανάλυση κόστους – οφέλους για τον υπολογισμό της Κοινωνικής Καθαρής Παρούσας Αξίας (SNPV) και του Κοινωνικού Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (SIRR). Η κοινωνική ανάλυση απέδειξε πως το έργο θεωρείται βιώσιμο, αφού η SNPV είναι θετική (150.530.000€) και ο SIRR είναι μεγαλύτερος από το βασικό επιτόκιο προεξόφλησης, της τάξης του 12%. Συμπερασματικά, καταλήγουμε στα εξής :

- **Με βάση ιδιωτικοοικονομικά κριτήρια το έργο της επέκτασης της Γραμμής 3 από το Αιγάλεω – Χαϊδάρι δεν είναι βιώσιμο.**
- **Ωστόσο, ενσωματώνοντας την αξία από τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές ωφέλειες το αποτέλεσμα αντιστρέφεται και το έργο κρίνεται βιώσιμο.**
- **Η κοινωνική ανάλυση κόστους – οφέλους αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο στη λήψη αποφάσεων μεγάλων επενδυτικών σχεδίων και για αυτό ακριβώς το λόγο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν σε κάθε υψηλού κόστους επένδυσης έργο.**

## **ABSTRACT**

The staggering global population growth, coupled with the intense urbanization trends of the recent years, has led to the concentration of large numbers of people and large parts of the commercial and industrial activity to urban areas of limited space. This has given rise to numerous problems, like lack of vital living space, since roads and cars are taking up more and more space, and problematic commuting caused by traffic congestion. These problems have a knock-on effect on human health, causing stress, anxiety, cardiovascular diseases and respiratory problems to the inhabitants of big urban centres, while degrading the quality of their lives. Recently, the use of underground space for the development of infrastructure activity has been seen as a solution to that pressing problem. This trend, which is evident both on a global and national scale, confirms daily the potential of underground constructions in dealing effectively with contemporary challenges. Works, like the ever-growing underground transport networks, hazardous waste disposal sites and parking lots have been a breath of fresh air for the clogged up cities. The cost of their construction is considerably high, compared to that of corresponding surface works, and that is why they had fallen out of favour, at least until recently. According to some evaluations, however, which take into account the economic benefits resulting from underground works, it is possible for one to prove that such works actually constitute the most cost-effective solution. The social cost-benefit analysis, which today according to the European Directive is a pre-requisite for the decision of every underground construction, is such an economic evaluation method. A social cost-benefit analysis studies the social and environmental benefits resulting from the construction. These benefits, through the method of environmental economics, are assessed as economic goods in order to prove that the huge amounts invested in the project will not only be amortised soon after its completion but the project itself will continue to yield high profits, thus rendering the venture viable. This is the context that forms the basis of the present Thesis. This Thesis does a social cost-benefit analysis of the extension of Line 3 Egaleo - Haidari of Athens Metro with a view to assessing the environmental and social impacts of the project. First it studies the four alternative funding scenarios (Borrowing, European Union Assistance, Public Investments Plan) and then it proceeds with the financial analysis of the extension of the project. The results of the financial analysis prove that, regardless of the funding method, the investment is

not viable. Next, the social and environmental benefits of the project are identified and assessed with economic terms. An essential element of social analysis is the conversion of financial values to purely economic values, i.e. without any overheads (VAT, welfare system contributions, etc.). After the conversion of the economic values and the economic valuation of goods, the social cost-benefit analysis, which is necessary for the calculation of the Social Net Present Value (SNPV) and the Social Internal Rate of Return (SIRR) takes place. The social analysis has proven that the project is viable since the SNPV is positive (150.530.000€) and the SIRR is greater than the basic discounting interest rate of 12%. In short, the following conclusions are reached:

- ♣ On purely financial criteria, the project of the extension of line 3 Egaleo-Haidari is not viable.
- ♣ However, taking into account the value of social and environmental benefits, the verdict is reversed and the project is assessed as viable.
- ♣ Social cost-benefit analysis is a highly useful tool when decisions for high investment plans are made and it should be used in every high-investment project



## Ευχαριστίες

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα αρχικά να απευθύνω στον Επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δημήτρη Καλιαμπάκο για την ανάθεση του θέματος και την επιστημονική του καθοδήγηση, καθώς επίσης και για την συνεχή προθυμία του να λύσει οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιαζόταν.

Επίσης, ιδιαίτερα ευχαριστώ τον κ. Δαμίγο Δημήτρη, Επίκουρο Καθηγητή, Ε.Μ.Π. για τη βοήθειά του και την πλήρη καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας αυτής σε θέματα σχετικά με την οικονομική αποτίμηση των προς μελέτη αγαθών.

Ένα ιδιαίτερο ευχαριστώ στον κ. Μαυρίκο Θανάση, Δρ Μηχανικό Μεταλλείων Μεταλλουργό για τη συμβολή του και φιλοξενία καθώς και την ευχάριστη συνύπαρξη στο χώρο του εργαστηρίου.

Ευχαριστώ ακόμη τον κ. Γιαννή Γεώργιο, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π. για την πολύτιμη συμβολή του κατά τη διάρκεια της εκπόνησης αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τα στελέχη της Αττικό Μετρό όπως την κ. Αγγελική Κοψαχείλη, Συγκοινωνιολόγο Μηχανικό Ε.Μ.Π και τον Αλέξανδρο Δελούκα, Συγκοινωνιολόγο Μηχανικό Ε.Μ.Π. για την βοήθειά τους και την παραχώρηση στοιχείων και μελετών της Αττικό Μετρό.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συμφοιτητές και φίλους για τη συμπαράσταση και βοήθεια όλων αυτών των χρόνων, και κυρίως ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την τεράστια υποστήριξή τους και την κατανόησή τους όλα αυτά τα χρόνια.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	1
<b>1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΛΕΩΝ.....</b>	<b>4</b>
1.1. Εξάπλωση του παγκόσμιου και αστικού πληθυσμού.....	4
1.2. Τα προβλήματα των αστικών περιοχών.....	10
1.2.1. Η ρύπανση του αέρα από την κυκλοφορία.....	11
1.2.2. Δέσμευση χώρου.....	14
1.2.3. Η παραγωγή CO <sub>2</sub> από τις μεταφορές και η υπερθέρμανση του πλανήτη.....	15
1.2.4. Προβλήματα στην ποιότητα των υδάτων και του εδάφους.....	17
1.2.5. Ηχορύπανση.....	17
1.2.6. Οδική συμφόρηση.....	19
1.2.7. Τροχαία ατυχήματα.....	21
<b>2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....</b>	<b>24</b>
2.1. Γιατί υπόγεια ανάπτυξη.....	24
2.2. Σημασία Υπογείων Έργων στην Αντιμέτωπιση Σύγχρονων Προβλημάτων.....	25
2.3. Ιστορική Αναδρομή – πρώτες χρήσεις υπογείων έργων.....	26
2.4. Η εφαρμογή του υπόγειου χώρου για εκπλήρωση συγκοινωνιακών αναγκών.....	28
2.5. Βασικά χαρακτηριστικά του υπόγειου χώρου.....	30
2.6. Οι χρήσεις του υπόγειου χώρου σήμερα.....	30
2.7. Πλεονεκτήματα υπόγειων χώρων.....	37
2.8. Μειονεκτήματα υπόγειων χώρων.....	38
2.9. Η σχέση ανάμεσα σε μια πόλη και τον υπόγειο χώρο της.....	39
2.10. Παράγοντες καθοριστικοί για το μέλλον των υπόγειων κατασκευών.....	39
<b>3. ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....</b>	<b>41</b>
3.1. Μετρό Αθήνας.....	42
3.1.1. Ιστορική Αναδρομή.....	42
3.1.2. Αττικό Μετρό Α.Ε.....	44
3.1.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου.....	45
3.1.4. Μελλοντικές επεκτάσεις.....	50
3.1.5. Χρηματοδότηση.....	51
3.1.6. Η συμβολή του Μετρό στην ανάπτυξη της Αθήνας.....	51
<b>4. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....</b>	<b>57</b>
4.1. Σημασία και χρήση της κοινωνικοοικονομικής ανάλυσης.....	57
4.2. Κοινωνικοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων.....	58
4.2.1. Χρηματοοικονομική ανάλυση.....	58
4.2.2. Κοινωνικο-οικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους.....	68

4.3. Λόγοι που απαιτούν την ανάλυση κόστους – οφέλους (ΑΚΟ) στα μεγάλα έργα.....	70
4.4. Η έννοια της ολικής οικονομικής αξίας ενός περιβαλλοντικού αγαθού.....	71
4.5. Προσδιορισμός και εκτίμηση των εξωτερικών οικονομιών.....	73
4.5.1. Μέθοδος Μεταφοράς – Οφέλους.....	73
<b>5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ.....</b>	<b>81</b>
5.1. Επέκταση της γραμμής 3 Αιγάλεω – Χαϊδάρι.....	81
5.1.1. Χαρακτηριστικά του έργου.....	82
5.1.2. Στοιχεία του προόδου του έργου.....	83
5.1.3. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου.....	84
5.1.4. Φυσικές επιπτώσεις (οφέλη) της επέκτασης γραμμής 3 του Μετρό Αιγάλεω – Χαϊδάρι.....	88
5.2. Χρηματοοικονομική ανάλυση.....	90
5.2.1. Κόστος επένδυσης.....	91
5.2.2. Χρηματοδότηση της επένδυσης.....	92
5.2.3. Λειτουργικό κόστος.....	93
5.2.4. Εκτίμηση εσόδων.....	94
5.2.5. Μεθοδολογία.....	105
5.2.6. Αποτελέσματα.....	106
5.3. Κοινωνικοοικονομική ανάλυση.....	106
5.4. Οικονομική αποτίμηση των φυσικών επιπτώσεων της επέκτασης της γραμμής 3 Αιγάλεω – Χαϊδάρι με αναζήτηση ξένων μελετών.....	107
5.5. Οικονομική αποτίμηση με βάση την μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό (ΜΑΜ) με θέμα την κοινωνικοοικονομική ανάλυση της επέκτασης και σταθμού Μετεπιβίβασης.....	125
5.6. Μελέτη οικονομικής αποτίμησης της ωφέλειας από τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης.....	128
5.7. Οικονομική αποτίμηση των ωφελειών απαραίτητων για τον πίνακα ταμειακών ροών για την κοινωνικο-οικονομική ανάλυση.....	131
5.8. Αποτελέσματα.....	132
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>134</b>

## ΕΙΚΟΝΕΣ

<b>Εικόνα 1:</b> Κυκλοφοριακή συμφόρηση στην Ιερά Οδό.....	21
<b>Εικόνα 2:</b> Αρχαία σήραγγα στο Pausilippo.....	27
<b>Εικόνα 3:</b> Σήραγγα Saint Gothard στην Ελβετία στα τέλη του 19 <sup>ου</sup> αιώνα.....	29
<b>Εικόνα 4:</b> Svalbard Global Seed Vault.....	31
<b>Εικόνα 5:</b> Υπόγειος χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων στην Στοκχόλμη.....	32
<b>Εικόνα 6:</b> Σχηματική αναπαράσταση αποθήκευσης φυσικού αερίου.....	33
<b>Εικόνα 7:</b> Υπόγειος χώρος διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων.....	33
<b>Εικόνα 8:</b> Σκαρίφημα της κατασκευής του συγκροτήματος Gjovik Olympic Mountain Hall.....	35
<b>Εικόνα 9:</b> Κατασκευή του υπόγειου σταθμού του Μετρό στο Λονδίνο το 1861.....	41
<b>Εικόνα 10:</b> Υπόγειος σιδηρόδρομος Millenium παλαιά φάση στην Πλατεία Ηρώων στη Βουδαπέστη.....	42
<b>Εικόνα 11:</b> Χάρτης του Μετρό της Αθήνας.....	43
<b>Εικόνα 12:</b> Σχέδιο ανάπτυξης των μελλοντικών γραμμων μετρό.....	50
<b>Εικόνα 13:</b> Κατασκευή του Μετρό στο Χαϊδάρι.....	82
<b>Εικόνα 14 :</b> Κατασκευή των εσόδων/εξόδων του Σταθμού στο Χαϊδάρι.....	83
<b>Εικόνα 15:</b> Αποκατάσταση της οδού Αγ. Μαρίνας.....	83

## ΣΧΗΜΑΤΑ

<b>Σχήμα 1:</b> Διάγραμμα κατανομής πληθυσμού σε διάφορες περιοχές την περίοδο 1950 – 2050.....	7
<b>Σχήμα 2:</b> Το ποσοστό των κατοίκων που ζουν σε αστικό περιβάλλον.....	8
<b>Σχήμα 3:</b> Ποσοστό πράσινων αστικών περιοχών.....	10
<b>Σχήμα 4:</b> Ποσοστό % του αστικού πληθυσμού υπό την έκθεση ρυπαντών.....	13
<b>Σχήμα 5:</b> Ποσότητα PM10 των χωρών πάνω από το φυσιολογικό όριο.....	13
<b>Σχήμα 6:</b> Ποσότητες CO <sub>2</sub> από τα μεταφορικά μέσα.....	16
<b>Σχήμα 7:</b> Ποσοστό των ανθρώπων στις ευρωπαϊκές χώρες εκτεθειμένα στο θόρυβο.....	18
<b>Σχήμα 8:</b> Πως αντιλαμβάνονται οι κάτοικοι των Ευρωπαϊκών Χωρών στο θόρυβο.....	19
<b>Σχήμα 9:</b> Μέσος αριθμός αυτοκινήτων ανά νοικοκυριό στην Ευρώπη κατά την περίοδο 1980 – 1995.....	20
<b>Σχήμα 10:</b> Οδικά ατυχήματα που συνέβησαν τον Ιανουάριο του 2009 και του 2010 στην Ελλάδα.....	23
<b>Σχήμα 11:</b> Καταλληλότητα ανάπτυξης υπόγειων χώρων ανάλογα με την κάθε χρήση.....	40
<b>Σχήμα 12:</b> Αραχνοειδές διάγραμμα με βάση την ΚΠΑ, την τιμή πώλησης (Τ.Μ) και το κόστος παραγωγής (Κ.Π).....	67
<b>Σχήμα 13 :</b> Χρονικά τμήματα ενός ταξιδιού.....	110
<b>Σχήμα 14:</b> Οι επηρεαζόμενες κοινωνικές ομάδες από ένα ατύχημα.....	112

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1-1: Παγκόσμιος πληθυσμός τα έτη 1950, 1975, 2009, 2050.....	6
Πίνακας 1-2: Μέση εκπομπή ρύπων (Tg/έτος) στις οδικές μεταφορές, 2000.....	4
Πίνακας 1-3: Η κατά κεφαλή κατανάλωση χώρου για διαφορετικά μέσα.....	14
Πίνακας 1-4: Ποσοστό κατάληψης αστικού χώρου για οδικές υποδομές.....	15
Πίνακας 1-5: Αιτίες απώλειας Ζωής Προσαρμοσμένων στην Αναπηρία παγκοσμίως την περίοδο 1990 – 2020.....	22
Πίνακας 2-1: Τύποι υπογείων έργων ανάλογα με τη χρήση τους.....	36
Πίνακας 4-1: Υποδειγματικός πίνακας ταμειακών ροών.....	59
Πίνακας 5-1: Συνολικές ροές δαπανών επένδυσης.....	91
Πίνακας 5-2: Σενάρια χρηματοοικονομικής αξιολόγησης.....	92
Πίνακας 5-3: Διάρθρωση διαφορικού λειτουργικού κόστους επένδυσης.....	94
Πίνακας 5-4: Διάρθρωση λειτουργικού κόστους Σ.Μ.....	94
Πίνακας 5-5: Λειτουργικό κόστος επένδυσης.....	95
Πίνακας 5-6: Συνολικό λειτουργικό κόστος επένδυσης.....	95
Πίνακας 5-7: Μέσο έσοδο ανά μετακίνηση.....	98
Πίνακας 5-8: Έσοδα κομίστρου.....	98
Πίνακας 5-9: Εμπορικά έσοδα ανά έτος (2010 – 2039).....	100
Πίνακας 5-10: Έσοδα σταθμού μετεπιβίβασης ανά έτος (2010 - 2026).....	102
Πίνακας 5-11: Συνολικά έσοδα επένδυσης (2010 – 2039).....	103
Πίνακας 5-12: Αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης.....	105
Πίνακας 5-13: Εκτίμηση του οικονομικού κόστους (€), σε τιμές 2010, ανά έτος λόγω των καθυστερήσεων σε ώρες αιχμής.....	108
Πίνακας 5-14: Χρόνος μετακίνησης με βάση την αιτία μετακίνησης σε €/ώρα (τιμές 2010).....	112



<b>Πίνακας 5-15:</b> Αποτίμηση ανά έτος (€) σε τιμές 2010 των εκπεμπόμενων αερίων κατά τη διάρκεια οδικής συμμόρφωσης.....	115
<b>Πίνακας 5-16:</b> Κόστος ατμοσφαιρικής ρύπανσης (€), σε τιμές 2010, ανά τη ρύπου.....	120
<b>Πίνακας 5-17:</b> Εκτιμώμενο κόστος (€), σε τιμές 2010 ηχορύπανσης ανά έτος λόγω οδικής συμμόρφωσης σε κεντρικές οδούς αστικών περιοχών.....	122
<b>Πίνακας 5-18:</b> Εξωτερικά κόστη οδικής μεταφοράς στη Γερμανία.....	124
<b>Πίνακας 5-19:</b> Αποτελέσματα κοινωνικής ανάλυσης.....	132

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο 20<sup>ος</sup> αιώνας αποτέλεσε τον αιώνα επέκτασης των πόλεων με το φαινόμενο της μετανάστευσης των κατοίκων σε αστικούς χώρους. Το 1800, εκτιμάται ότι λιγότερο από το 3% του πληθυσμού του κόσμου θεωρούσαν πόλεις τα σπίτια τους. Μεταξύ του 1950 και του 1990 ο πληθυσμός των πόλεων δεκαπλασιάστηκε, περνώντας από 200 εκατομμύρια σε περισσότερο από 2 δισεκατομμύρια. Λογικό επακόλουθο είναι τα 3/4 της παγκόσμιας ενέργειας να καταναλώνονται στις πόλεις και συνέπεια αυτής τα 3/4 τουλάχιστον της παγκόσμιας ρύπανσης να προέρχεται από αυτές. Με την εμφάνιση του 21<sup>ου</sup> αιώνα παρατηρήθηκε έντονο το φαινόμενο της αστικοποίησης καθώς σύμφωνα με εμπειρογνώμονες σχεδόν το μισό των ανθρώπων της γης κατοικούν σε πόλεις. Αυτή η μαζική μετανάστευση από την χώρα στην πόλη έχει οδηγήσει στη δημιουργία των «μέγα - πόλεων» (“megacities”), ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια πόλη με πληθυσμό πάνω από 10.000.000 κατοίκους. Προβλέπεται επίσης πως η τάση αυτή του παρόντος, δηλαδή της συσσώρευσης μεγάλου μέρους του πληθυσμού σε ολοένα μεγαλύτερα και πολυπληθέστερα αστικά κέντρα να συνεχιστεί και στο μέλλον.

Όσο οι πόλεις διογκώνονται, τόσο οι απαιτήσεις τους σε φυσικούς πόρους, τεχνικές υποδομές και τεχνολογικό εξοπλισμό μεγαλώνουν. Η υπερσυγκέντρωση των ανθρώπων σε πόλεις οδήγησε στην ανάγκη για εκτατική ανάπτυξη και προσπάθεια επίτευξης εντατικότερης εκμετάλλευσης ανά μονάδα επιφάνειας, όπως η κατασκευή πολυώροφων κτιρίων. Παράλληλα, οι σύγχρονες αστικές περιοχές χαρακτηρίζονται από έντονα περιβαλλοντικά και κυκλοφοριακά προβλήματα καθώς και έλλειψη ζωτικού χώρου, προβλήματα που οδηγούν στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων.

Επομένως, η οικοδόμηση των πόλεων και ο επανασχεδιασμός τους οφείλουν να ανταποκριθούν στις περιβαλλοντικές προκλήσεις με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων σε αυτές. Αξίζει να σημειωθεί πως ο 21<sup>ος</sup> αιώνας αποτελεί το εφαλτήριο ενός νέου τύπου ανάπτυξης, της αιφόρου, με στόχο την ικανοποίηση των ανθρώπινων κοινωνιών χωρίς ωστόσο να στηρίζεται στην εντατική εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, αλλά στην ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση αυτών.

Σε αυτή την κατεύθυνση, η υπόγεια ανάπτυξη αποτελεί μια σημαντική εναλλακτική προσέγγιση. Η αξιοποίηση του υπεδάφους των αστικών περιοχών είτε για λόγους κάλυψης

συγκοινωνιακών αναγκών, είτε για άλλες χρήσεις όπως η αποθήκευση αγαθών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στην κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης απαντώντας σε κρίσιμα ζητήματα, όπως η έλλειψη ζωτικού χώρου, η βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών και η αναβάθμιση της ποιότητας ζωής.

Το ζήτημα όμως που χρειάζεται να διερευνηθεί στην κατεύθυνση της ανάπτυξης των υπόγειων κατασκευών είναι το κόστος της κατασκευής το οποίο σε αρκετές περιπτώσεις έχει αποδειχθεί αρκετά αυξημένο σε σχέση με τις επιφανειακές κατασκευές. Οι αυστηρές οικονομικές αναλύσεις που πραγματοποιούνται για την αξιολόγηση των υπόγειων κατασκευών αποδεικνύουν πως σε πολλούς τομείς η αξιοποίηση του υπόγειου χώρου είναι πιο ακριβή λύση έναντι των κλασικών επιφανειακών επιλογών, χωρίς βέβαια να αποτιμά οικονομικά τα οφέλη που προκύπτουν από την επιλογή αυτή. Σε μια κοινωνική ανάλυση κόστους - οφέλους μπορούν να συνυπολογιστούν τα εξωτερικά (κοινωνικά - περιβαλλοντικά) κόστη ώστε να αποδείξουν πως η επιλογή της υπόγειας ανάπτυξης αποτελεί μια οικονομικότερη τελικά λύση. Σε αυτό το πλαίσιο στηρίζεται και η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία. Στόχος της είναι να πραγματοποιήσει κοινωνικο - οικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους της επέκτασης της γραμμής 3 του Μετρό της Αθήνας (Αιγάλεω – Χαϊδάρι), αποτιμώντας οικονομικά τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Η εργασία που ακολουθεί εκπονήθηκε στο εργαστήριο Μεταλλευτικής Τεχνολογίας και Περιβαλλοντικής Μεταλλευτικής της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών του Ε.Μ.Π., υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Δημήτρη Καλιαμπάκου.

Η διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Στο **1<sup>ο</sup> κεφάλαιο** γίνεται μια εισαγωγή σχετικά με την ανάπτυξη των πόλεων, την τάση συγκέντρωσης του πληθυσμού στα αστικά κέντρα καθώς και τα προβλήματα που απορρέουν από το φαινόμενο αυτό.

Στο **2<sup>ο</sup> κεφάλαιο** μελετάται η έννοια της υπόγειας ανάπτυξης που έρχεται ως λύση στην αντιμετώπιση σύγχρονων προβλημάτων των αστικών κέντρων. Αναλύονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του υπόγειου χώρου και γίνεται μια σύντομη περιγραφή των εφαρμογών των χώρων αυτών.

Στο **3<sup>ο</sup> κεφάλαιο** αναφέρονται τα υπόγεια δίκτυα συγκοινωνίας που εφαρμόστηκαν στον κόσμο για διευκόλυνση των μεταφορών και ελάφρυνση της οδικής κυκλοφορίας. Το σημαντικότερο και εκτενέστερο μέρος του κεφαλαίου αυτού αποτελεί η αναφορά στο μετρό της Αθήνας, στα χαρακτηριστικά του και τη σημαντική του συμβολή στην πόλη των Αθηνών.

Στο **4<sup>ο</sup> κεφάλαιο** γίνεται μια σύντομη περιγραφή της οικονομικής αξιολόγησης των επενδυτικών σχεδίων και παρουσιάζεται η έννοια της κοινωνικοοικονομικής ανάλυσης κόστους – οφέλους καθώς και η οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών αγαθών με μεθόδους περιβαλλοντικής οικονομίας

Στο **5<sup>ο</sup> κεφάλαιο** εφαρμόζεται η κοινωνικοοικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους στη μελέτη περίπτωσης που αφορά στην επέκταση της γραμμής 3 του μετρό Αιγάλεω – Χαϊδάρι.

Τέλος στο **6<sup>ο</sup> κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από την ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

Από την πρώτη στιγμή που ο άνθρωπος εγκατέλειψε τον ρόλο του περιπλανώμενου κυνηγού και συλλέκτη και σκέφτηκε να ασχοληθεί με την γεωργία και την κτηνοτροφία μεταγενέστερα, βρέθηκε υποχρεωμένος να συνυπάρξει όσο το δυνατόν αρμονικότερα με άλλους ανθρώπους σε κάποιο συγκεκριμένο φυσικό χώρο, που ανάλογα με την ικανότητες και δυνατότητές του μετέτρεπε σε ανθρωπογενή. Αναπτύχθηκαν έτσι οι πρώτοι οικιστικοί πυρήνες που αργότερα με την γένεση νέων γενεών και την προσέλευση νέων κατοίκων από άλλα μέρη κατέληξαν στις σημερινές πόλεις.

Οι συνθήκες που δημιουργήθηκαν με την εγκατάσταση μιας ομάδας ανθρώπων σε περιορισμένο χώρο, γέννησαν τις πρώτες πολεοδομικές ανάγκες που ζητούσαν λύση. Αναζητώντας λύσεις για την αντιμετώπιση των προβλημάτων και την ικανοποίηση των αναγκών του ακολούθησε μια ορθολογιστική σκέψη που στηρίχθηκε στο χτίσιμο τειχών για την οργάνωση των ορίων των οικισμών, στη χάραξη δρόμων, στη δημιουργία χώρων συγκέντρωσης και λατρείας και στην απαραίτητη εύρεση εξοπλισμού και δικτύων για την κατασκευή της κατοικίας του. Με την πάροδο των ετών τα προβλήματα αυτά εντείνονται και πολλαπλασιάζονται συνεχώς καθώς και το γεγονός ότι ο ρόλος των πόλεων στην κοινωνία και στην ζωή των ανθρώπων αποκτά διαρκώς μεγαλύτερη σημασία, εφόσον οι πόλεις γίνονται «σπίτι» για περισσότερους ανθρώπους σε καθημερινή βάση οδηγεί στη δημιουργία ακόμη περισσότερων. Αξίζει να σημειωθεί πως η βιομηχανική επανάσταση έδωσε το έναυσμα σε ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού της γης να κατοικήσει στις πόλεις.

### 1.1. Εξάπλωση του παγκόσμιου και αστικού πληθυσμού

Η αύξηση του πληθυσμού της γης τους δυο προηγούμενους αιώνες πραγματοποιείται με ραγδαίους ρυθμούς. Το 2007 σύμφωνα με μία έρευνα της UN – HABITAT για την ανάπτυξη του αστικού πληθυσμού της γης σηματοδοτεί ένα σημείο καμπής στην ιστορία. Ένας στους δυο ανθρώπους ζουν σήμερα σε μια πόλη. Το 2005 ο αστικός πληθυσμός του πλανήτη ήταν 3,17 δισεκατομμύρια, όπου τα 6,45 δισεκατομμύρια αποτελούν τον συνολικό πληθυσμό της γης. Μεταξύ του 2005 και του 2030 ο αστικός πληθυσμός του πλανήτη αναμένεται να

αυξηθεί με μέσο ετήσιο ρυθμό 1,78 ανά εκατό, δηλαδή σχεδόν διπλάσιο ποσοστό αύξησης του συνολικού πληθυσμού του πλανήτη. Το 2009 ο παγκόσμιος πληθυσμός έφτασε τα 6,8 δισεκατομμύρια με 5,6 δισεκατομμύρια να ζουν στις λιγότερο αναπτυγμένες περιοχές, από αυτά, τα 835 εκατομμύρια κατοικούν στις 49 λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες και αντιπροσωπεύουν το 12% του παγκόσμιου πληθυσμού (Μαυρίκος, 2006). Οι πιο ανεπτυγμένες χώρες, των οποίων ο συνολικός αριθμός ανέρχεται σε 1,2 δισεκατομμύρια κατοίκους αντιπροσωπεύουν το 18% τοις εκατό του παγκόσμιου πληθυσμού. Μετά το 2015 καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι καταλαμβάνουν τις πόλεις ο πληθυσμός των αγροτικών οικισμών σε όλο τον κόσμο να μειώνεται με μέσο ετήσιο ποσοστό 0,32, μια μείωση κατά περισσότερο από 155 εκατομμύρια ευρώ άνω των 15 ετών. Το 2050 ο παγκόσμιος πληθυσμός προβλέπεται να φτάσει σε 9,1 δισεκατομμύρια άτομα, δηλαδή 2,3 δισεκατομμύρια περισσότερα από το 2009, μια αύξηση κοντά στο άθροισμα των πληθυσμών της Κίνας και της Ινδίας σήμερα. Αξιοσημείωτο είναι πως το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης θα απορροφηθεί από τις αναπτυσσόμενες χώρες. Μεταξύ των 2009 και 2050, ο πληθυσμός των πιο ανεπτυγμένων περιοχών θα παραμείνει αμετάβλητος σε 1,2 δισεκατομμύρια κατοίκους, αλλά ο πληθυσμός των λιγότερο ανεπτυγμένων περιοχών προβλέπεται να αυξηθεί από 5,6 δισεκατομμύρια το 2009 σε 7,9 δισεκατομμύρια το 2050. Ταυτόχρονα, ο πληθυσμός των λιγότερο ανεπτυγμένων χωρών προβλέπεται περισσότερο να διπλασιαστεί από 835 εκατομμύρια κατοίκους το 2009 σε 1,7 δισεκατομμύρια το 2050. Κατά συνέπεια, μέχρι το 2050, το 86% του παγκόσμιου πληθυσμού αναμένεται να ζουν σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές, μεταξύ των οποίων 18% να ζει στις λιγότερο ανεπτυγμένες χώρες, ενώ 14% μόνο θα ζουν σε πιο ανεπτυγμένες περιοχές (UN HABITAT Development Report).

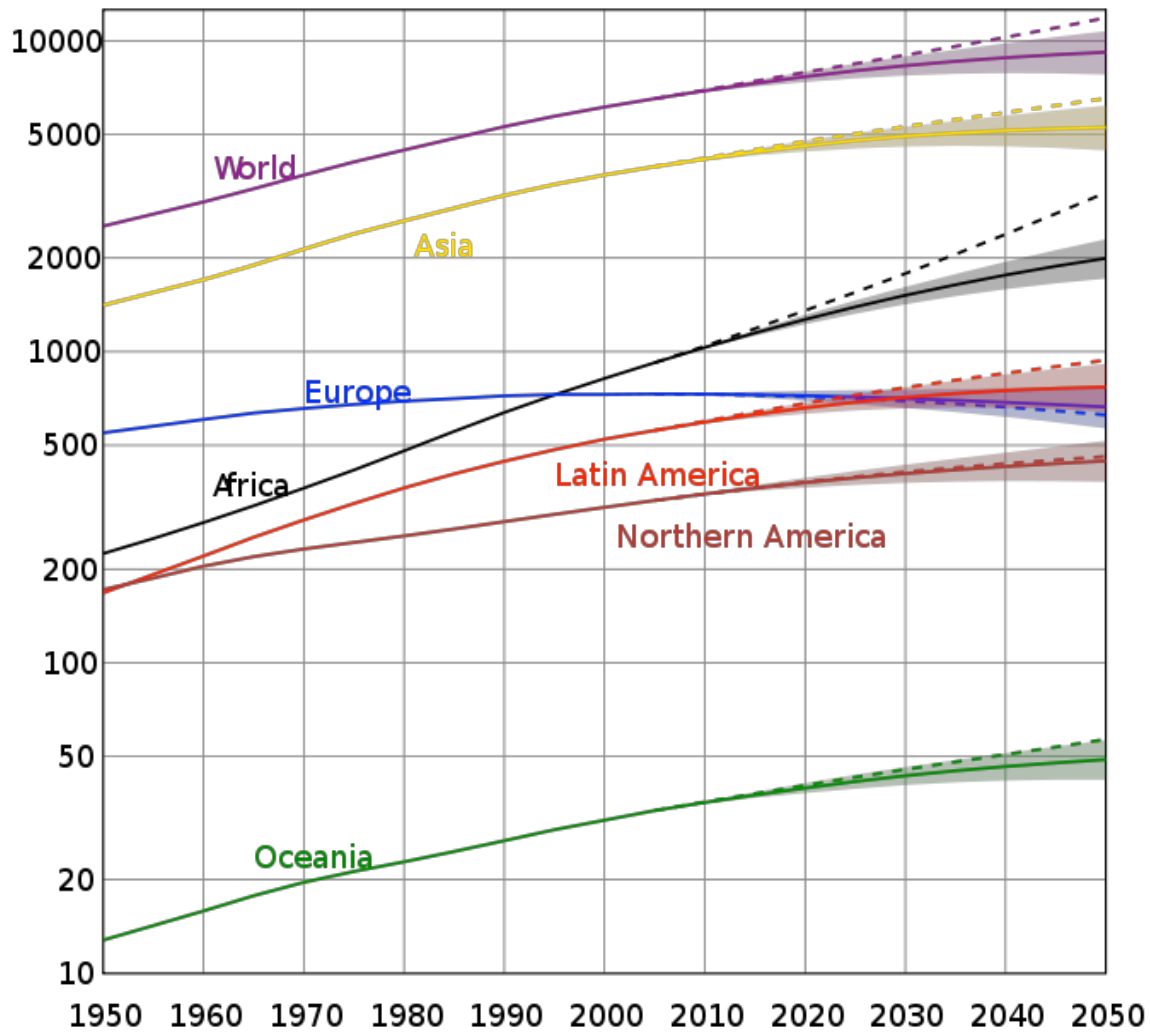
Παρακάτω παρατίθεται ο παγκόσμιος πληθυσμός σε διάφορες περιοχές τα έτη 1950, 1975, 2009 και πόσο προβλέπεται να φτάσει το 2050 σύμφωνα με διάφορες παραδοχές όπως χαμηλής, μέτριας, υψηλής αλλά και συνεχής αύξησης.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 1-1:** Παγκόσμιος πληθυσμός τα έτη 1950, 1975, 2009 και το 2050

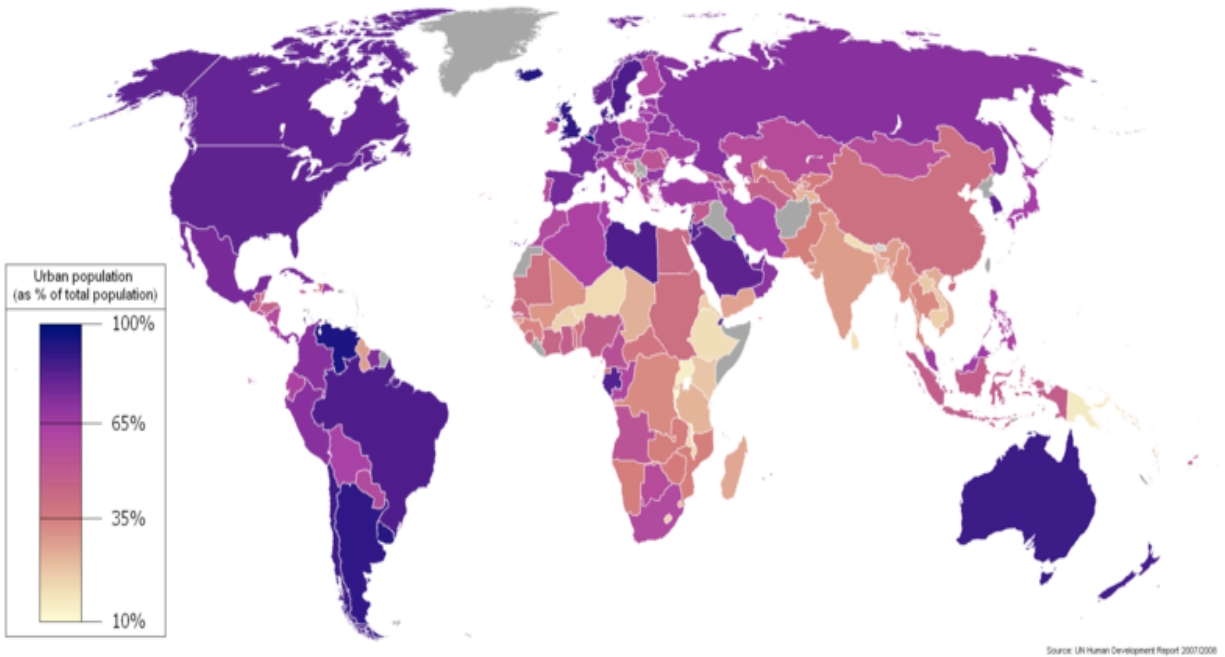
	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ (εκατομμύρια)			ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ το 2050 (εκατομμύρια)			
	1950	1975	2009	Χαμηλή	Μέτρια	Υψηλή	Συνεχής
<b>Παγκόσμιος</b>	2.529	4.061	6.829	7.959	9.150	10.461	11.030
<b>Περισσότερο ανεπτυγμένες περιοχές</b>	812	1.047	1.233	1.126	1.275	1.439	1.256
<b>Λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές</b>	1.717	3.014	5.596	6.833	7.875	9.022	9.774
<b>Λιγότερες ανεπτυγμένες χώρες</b>	200	357	835	1.463	1.672	1.898	2.475
<b>Άλλες λίγο ανεπτυγμένες χώρες</b>	1.517	2.657	4.761	5.369	6.202	7.123	7.299
<b>Αφρική</b>	227	419	1.010	1.748	1.998	2.267	2.999
<b>Ασία</b>	1.403	2.379	4.121	4.533	5.231	6.003	6.010
<b>Ευρώπη</b>	547	676	732	609	691	782	657
<b>Λατινική Αμερική – Καραϊβική</b>	167	323	582	626	729	845	839
<b>Βόρεια Αμερική</b>	172	242	348	397	448	505	468
<b>Ωκεανία</b>	13	21	35	45	51	58	58

Πηγή: (Παπαβασιλείου, 2009)



Σχήμα 1: Διάγραμμα κατανομής πληθυσμού σε διάφορες περιοχές την περίοδο 1950 – 2050

Πηγή: (<http://esa.un.org/unpp/>)



**Σχήμα 2:** Χάρτης του κόσμου: Το ποσοστό των κατοίκων που ζουν σε αστικό περιβάλλον

Πηγή: (UN Human Development Report)

Η Ευρώπη σύμφωνα με τον οργανισμό UN – Habitat (2008), είναι μια από τις πλέον αστικοποιημένες ηπείρους. Περίπου το 75% του Ευρωπαϊκού πληθυσμού κατοικεί σε αστικές περιοχές που έως το 2030 θα ανέλθει στο 80%. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ζήτηση για εκτάσεις στο εσωτερικό και γύρω από τις πόλεις να γίνεται όλο και πιο έντονη. Η άτακτη αστική δόμηση αναδιαμορφώνει το τοπίο και επηρεάζει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων περισσότερο από ποτέ.

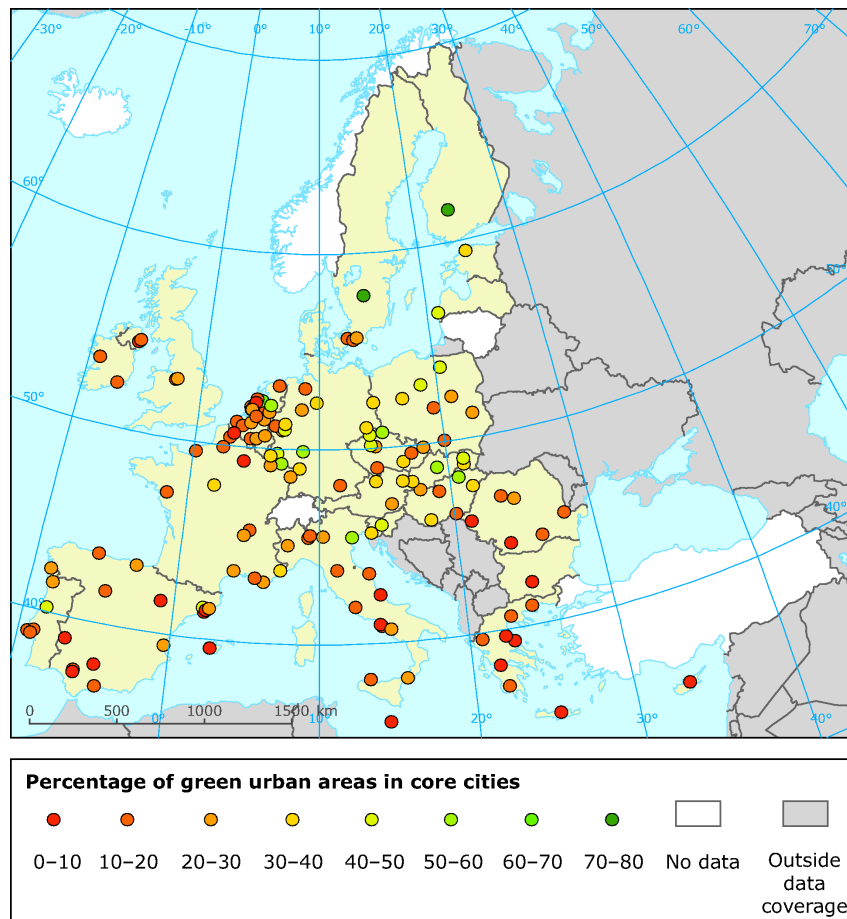
Συγκεκριμένα η αστική ανάπτυξη έχει μια έντονη ευρωπαϊκή διάσταση. Οι πόλεις αλληλεπιδρούν και επηρεάζουν τις εκτάσεις που τις περιβάλλουν με αποτέλεσμα να ασκούν επίδραση στο περιβάλλον μιας πολύ ευρύτερης περιοχής. Η ανάπτυξή τους εξαρτάται ακόμη και από εξωτερικούς παράγοντες, όπως οι δημογραφικές μεταβολές, η παγκοσμιοποίηση, η ανάγκη για κινητικότητα, η αλλαγή κλίματος κ.ά. Η περαιτέρω ανάπτυξη των πληροφοριών, των τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών και της τεχνολογίας επιφέρει νέες σημαντικές ποιοτικές μεταβολές στα αστικά συστήματα.

Οι μεγάλες και μικρές πόλεις λειτουργούν σαν κινητήριες δυνάμεις της προόδου, συχνά προωθώντας πολλά από τα πολιτιστικά, πνευματικά, εκπαιδευτικά και τεχνολογικά

επιτεύγματα και καινοτομίες. Ωστόσο η σημερινή τάση για αστική ανάπτυξη δημιουργεί κλίμα για συνεχόμενη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, πόρων, μεταφορών και εκτάσεων, ανεβάζοντας τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και την ηχορύπανση σε επίπεδα που συχνά υπερβαίνουν τα νόμιμα ή τα συνιστώμενα για την ανθρώπινη ασφάλεια όρια.

Στην έκθεση για την άτακτη αστική δόμηση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (2006) αναφέρεται ότι ο χώρος που αντιστοιχεί ανά άτομο στις πόλεις της Ευρώπης έχει υπερδιπλασιαστεί κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών. Τα τελευταία 20 χρόνια παρατηρείται μια έντονη αύξηση (20%) στην έκταση των οικοδομημένων περιοχών σε πολλές δυτικές και ανατολικές χώρες της Ευρώπης σε αντίθεση με την αύξηση του πληθυσμού που προσεγγίζει το 6%. Πέρα από αυτά το θέμα των μεταφορών (κινητικότητα) παραμένει μια κρίσιμη πρόκληση για τον αστικό σχεδιασμό και τη διαχείριση. Η υποδομή των μεταφορών επιδρά στο τοπίο με πολλούς τρόπους, όπως είναι η στεγανοποίηση του εδάφους, η οποία αυξάνει τις επιπτώσεις των πλημμύρων και ο κατακερματισμός των φυσικών περιοχών. Η κινητικότητα και η προσβασιμότητα αποτελούν σημαντικό ρόλο στην ευρωπαϊκή συνοχή, καθώς συμβάλλουν για τη βελτίωση ποιότητας ζωής των κοινοτήτων. Ο αριθμός των χιλιομέτρων που διανύονται σε αστικές περιοχές από μέσα οδικών μεταφορών προβλέπεται να αυξηθεί κατά 40% μεταξύ των ετών 1995 και 2030. Απόρροια του γεγονότος αυτού είναι η οδική συμφόρηση να αποτελεί αναπόφευκτο πρόβλημα.





Σχήμα 3: Ποσοστό πράσινων αστικών περιοχών (πηγή: ΕΟΠ, 2008)

## 1.2. Τα προβλήματα των αστικών περιοχών

Όπως αναφέρεται στην έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) με τίτλο «Αναρχη αστική δόμηση» (2006), «οι πόλεις από τη φύση τους, είναι τόποι που συγκεντρώνουν σε μικρές περιοχές μεγάλο αριθμό ανθρώπων». Αυτό έχει ορισμένα μειονεκτήματα για το αστικό περιβάλλον. Η απότομη αύξηση του πληθυσμού και η συγκέντρωση ενός μεγάλου ποσοστού των οικονομικών δραστηριοτήτων στα αστικά κέντρα δημιούργησε μια σειρά από προβλήματα. Οι αστικές περιοχές χαρακτηρίζονται γενικά από υψηλό ποσοστό κατακράτησης πολύτιμων εκτάσεων για την εξυπηρέτηση δραστηριοτήτων υποδομής (π.χ. συγκοινωνιακής, βιομηχανικής, κοινής ωφέλειας, κ.ο.κ.) με αποτέλεσμα τη σοβαρή επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε μορφής ρύπο. Το συχνό αυτό φαινόμενο

έλλειψης χώρου και περιβαλλοντικών προϋποθέσεων για την ανάπτυξη ζωτικών δραστηριοτήτων οδηγεί σε σημαντικότερη υποβάθμιση ποιότητας ζωής. Επίσης, ο συνωστισμός και η κυκλοφοριακή θρόμβωση αποτελεί συχνό φαινόμενο των μεγαλουπόλεων, συνέπεια του ελλιπούς τεχνικού δικτύου υποδομής των μεταφορών.

Ο τομέας των μεταφορών παίζει σημαντικό ρόλο στην οικοδόμηση της πόλης. Σήμερα οι μεταφορές ταυτίζονται με μαζικές ροές, ρύπανση, θόρυβο, ατυχήματα, απώλειες χρόνου και εκνευρισμούς, καθώς και με έργα υποδομής που επηρεάζουν αρνητικά την αισθητική της πόλης.



### 1.2.1. Η ρύπανση του αέρα από την κυκλοφορία

Οι επιπτώσεις στην υγεία από την ρύπανση του αέρα που προκαλεί η κυκλοφορία είναι σοβαρές αλλά και παράλληλα δύσκολα μετρήσιμες. Αποτελούν μια μακροχρόνια διαδικασία που δεν μπορούν να συσχετιστούν με συγκεκριμένους ρύπους και να απομονωθούν από την επίδραση άλλων. Ακόμη η ηλικία, η κατάσταση της υγείας του ανθρώπου, η δραστηριότητά του σε συνδυασμό με τη διάρκεια έκθεσής του αποτελούν τους παράγοντες που εξετάται η ανοχή του κάθε ανθρώπου απέναντι σε αυτούς τους ρύπους. Για παράδειγμα κάποιои εκτίθενται σε μεγάλες συγκεντρώσεις ρύπων στιγμιαία, ενώ άλλοι παραμένουν για μεγάλα διαστήματα σε περιβάλλον μέτριας ρύπανσης. Η κατανομή των ρύπων σε μια αστική πόλη σήμερα δεν είναι δυστυχώς φυσιολογική. Κοντά στη στάθμη των εξατμίσεων των αυτοκινήτων καταγράφονται τα υψηλότερα επίπεδα ρύπων. Ταυτόχρονα στον άξονα του δρόμου οι συγκεντρώσεις είναι οι υψηλότερες από ότι στον άξονα του πεζοδρομίου. Αυτοί που θίγονται περισσότερο από τη ρύπανση είναι οι δικυκλιστές, ιδιαίτερα στις ανωφέρειες και όταν διέρχονται ανάμεσα από ουρές εν στάση οχημάτων. Μια έμμεση επίπτωση της

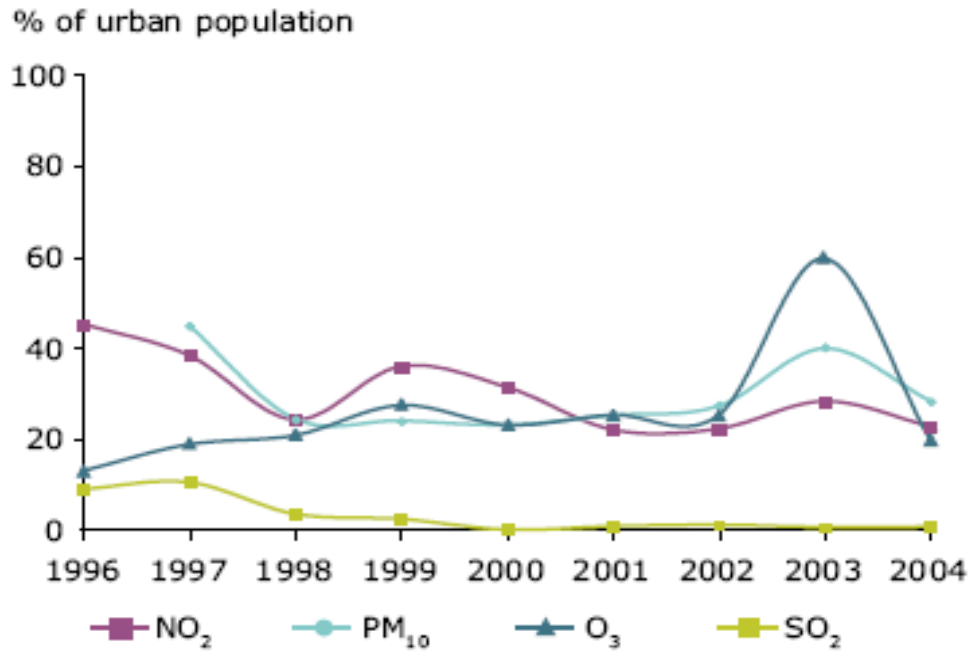


ρύπανσης στο ευρύτερο περιβάλλον της πόλης προκαλείται όταν ένα μέρος των ρύπων, οι βαρύτεροι, κατακάθονται στην επιφάνεια των οδοστρωμάτων, που είναι ελάχιστα πορώδη. Οι ρύποι αυτοί, αν δεν υπάρχουν ειδικές διαμορφώσεις προστασίας στα όρια της υποδομής, παρασύρονται από τη βροχή και προσβάλλουν τα γύρω εδάφη. Έχει επίσης συχνά συμβεί, τα νερά της βροχής να μεταφέρουν σε μικρό χρονικό διάστημα στους φυσικούς υδροφορείς της πόλης και στην ακτή μεγάλες ποσότητες ρύπων προκαλώντας μεγάλης έκτασης καταστροφή στο ζωικό τους πλούτο. Τα αιωρούμενα σωματίδια (PM10 και PM2.5), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>), το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>), το όζον (O<sub>3</sub>), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι κυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAHs), το βενζόλιο (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) και άλλες αρωματικές ενώσεις συνιστούν την αέρια ρύπανση([www.nilu.com](http://www.nilu.com)). Παρακάτω φαίνεται η ρύπανση που προέρχεται τον τομέα των μεταφορών (πίνακας 1-2).

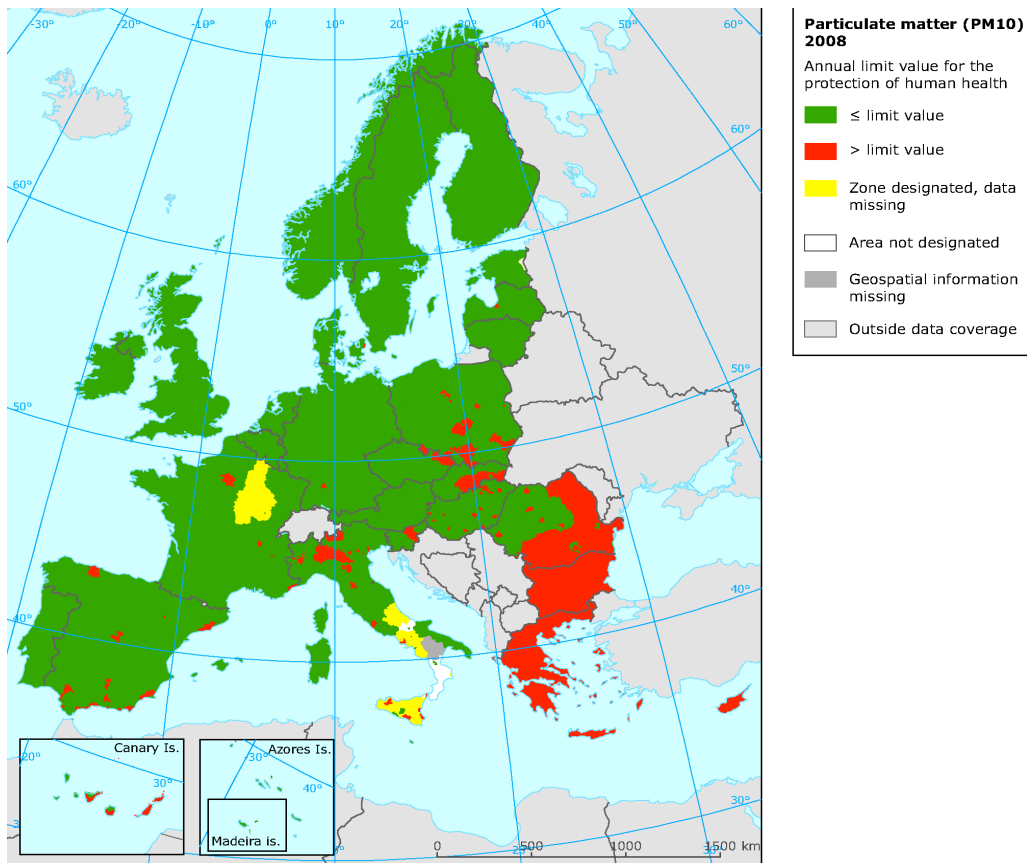
**Πίνακας 1-2:** Μέση εκπομπή ρύπων (Tg/έτος) στις οδικές μεταφορές, 2000

Ρύποι	Οδικές Μεταφορές	%
CO <sub>2</sub>	1.122.000	73,7
NO <sub>x</sub>	8.300	53,5
SO <sub>x</sub>	2.200	26,6
PM10	2.100	55,2

Πηγή: (Παπαβασιλείου, 2009)



Σχήμα 4: Ποσοστό % του αστικού πληθυσμού υπό την έκθεση ρυπαντών (Πηγή: ΕΟΠ, 2007)



Σχήμα 5: Ποσότητα PM10 των χωρών πάνω από το φυσιολογικό όριο (πηγή: ΕΟΠ, 2008)

### 1.2.2. Δέσμευση χώρου

Για την εξυπηρέτηση δραστηριοτήτων υποδομής (π.χ. συγκοινωνιακής, βιομηχανικής, κοινής ωφελείας, κ.ο.κ.) απαιτείται χώρος. Ακόμη η παγκόσμια επικράτηση των οδικών μετακινήσεων έναντι όλων των άλλων μορφών κινητικότητας έχει οδηγήσει σε μαζική και συστηματική κατανάλωση χώρου για την κάλυψη των αναγκών κίνησης και στάθμευσης των αυτοκινήτων. Αυτός ο χώρος αφαιρείται από εκτάσεις απαραίτητες για την επιβίωση των ανθρώπων (αγροτικές, δασικές εκτάσεις) καθώς και για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Ειδικά στα αστικά κέντρα ο χώρος αυτός αφαιρείται από τους πολίτες που δεν επιθυμούν ή δεν μπορούν να έχουν αυτοκίνητο (Μηλάκης, 2006).

Πράγματι η χρήση του αυτοκίνητου απαιτεί περισσότερο χώρο από οποιαδήποτε άλλο μέσο μετακίνησης. Ο χώρος που αντιστοιχεί σε κάθε άτομο για τη μετακίνησή του είναι συνάρτηση του μέσου, της πληρότητας και της ταχύτητας. Στον Πίνακα 1-3 παρουσιάζεται η κατά κεφαλή κατανάλωση χώρου για διαφορετικά μέσα.

**Πίνακας 1-3:** Η κατά κεφαλή κατανάλωση χώρου για διαφορετικά μέσα

Μέσο	Ταχύτητα (χλμ/ώρα)	Κατά κεφαλή χώρος (M <sup>2</sup> )
Πεζός	5	
Ποδήλατο	10	3,0
<b>Αυτοκίνητο</b>		
1 επιβάτης	10	18,7
3 επιβάτες	10	6,2
1 επιβάτης	40	60,00
3 επιβάτες	40	20,00
<b>Λεωφορείο</b>		
1/3 μέγιστης πληρότητας	10	9,4
Μέγιστη πληρότητα	10	3,1
1/3 μέγιστης πληρότητας	30	28,1
Μέγιστη πληρότητα	30	9,4

Επιφανειακό μετρό		
1/3 μέγιστης πληρότητας	30	6,9
Μέγιστη πληρότητα	30	2,2

Πηγή: (Μηλάκης, 2006)

Αποτέλεσμα της παγκόσμιας τάσης για επικράτηση του αυτοκινήτου είναι η μετατροπή όλο και περισσότερου εδάφους σε αυτοκινητόδρομους. Το 2005 το μήκος των αυτοκινητόδρομων στις Η.Π.Α. είχε φτάσει ήδη τα 6,4 εκατομμύρια km. Σημειώνοντας αύξηση της τάσης του 8% κατά τη διάρκεια των ετών 1990 – 2005. Στην Ευρώπη η τάση αύξησης είναι ακόμα μεγαλύτερη, 47% για το ίδιο διάστημα, με το μήκος των αυτοκινητοδρόμων να έχει φτάσει το 2005 τα 4,2 εκατομμύρια km, ενώ ταυτόχρονα παρατηρήθηκε μείωση των σιδηροδρομικών υποδομών κατά 7%.

Αξίζει να σημειωθεί το ποσοστό κατάληψης αστικής γης για οδικές υποδομές σε διάφορες πόλεις του κόσμου.

**Πίνακας 1-4** Ποσοστό κατάληψης αστικού χώρου για οδικές υποδομές

Πόλη	Ποσοστό (%)	Πόλη	Ποσοστό (%)
<b>Αναπτυσσόμενες χώρες</b>		<b>Αναπτυγμένες Χώρες</b>	
Καλκούτα	6,4	Νέα Υόρκη	22,0
Σανγκάη	7,4	Λονδίνο	23,0
Μπανγκόκ	11,4	Τόκυο	24,0
Δελχί	21,0	Παρίσι	25,0
Σάο Πάολο	21,0		

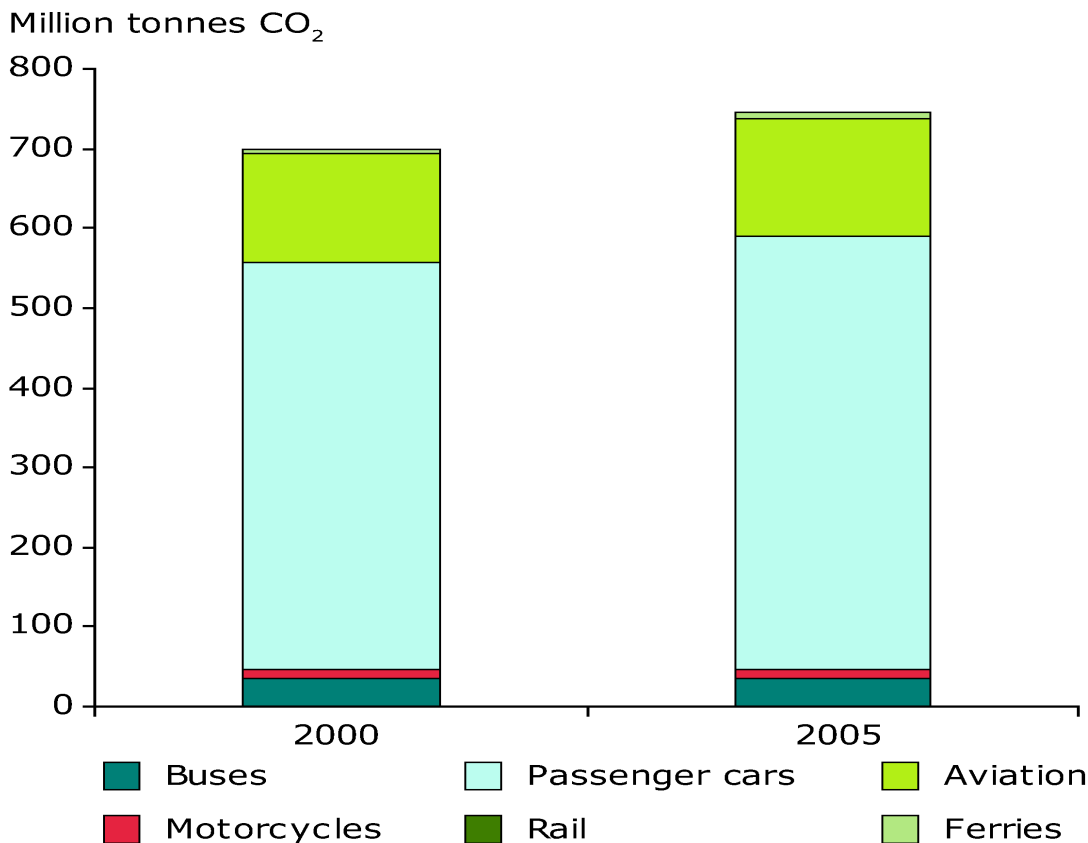
Πηγή: (Παπαβασιλείου, 2009)

### 1.2.3. Η παραγωγή CO<sub>2</sub> από τις μεταφορές και η υπερθέρμανση του πλανήτη

Το 21% του συνολικού CO<sub>2</sub> που παράγεται από τις μεταφορές αποτελεί αέριο που συμβάλλει περισσότερο στην υπερθέρμανση του πλανήτη (είναι υπεύθυνο κατά 50%). Οι μεταφορές όπως και η βιομηχανία ευθύνονται συμμετέχοντας με την ίδια περίπου βαρύτητα στην

παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Στην Ευρώπη μάλιστα οι μεταφορές αποκτούν όλο και μεγαλύτερο βάρος. Η συμμετοχή του παραγόμενου CO<sub>2</sub> από αυτές στη συνολική παραγωγή αυξήθηκε μεταξύ 1985 και 1995 από 19% σε 26% (Βλαστός, 1998).

Οι διάφορες συνιστώσες του τομέα των μεταφορών μοιράζονται άνισα την ευθύνη παραγωγής CO<sub>2</sub> και αυτό το γεγονός δείχνει την κατεύθυνση προς την οποία θα άξιζε να στραφούν κάποιες πολιτικές. Λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη αύξηση των αεροπορικών μεταφορών, τα επόμενα 20 χρόνια, σε οχηματοχιλιόμετρα κατά 400%, την αύξηση στην ίδια περίοδο των οδικών εμπορευματικών μεταφορών κατά 200%, την ανάλογη αύξηση των οδικών επιβατικών μεταφορών, γίνεται φανερό ότι τα πράγματα θα είναι πολύ δύσκολα για τη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων διοξειδίου του άνθρακα. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το παραγόμενο CO<sub>2</sub> από τον τομέα των μεταφορών το 2010, έχει αυξηθεί ως προς τα επίπεδα του 1990 περίπου κατά 40%.



Σχήμα 6: Ποσότητες CO<sub>2</sub> από τα μεταφορικά μέσα (πηγή: ΕΟΠ, 2008)

#### 1.2.4 Προβλήματα στην ποιότητα των υδάτων και του εδάφους

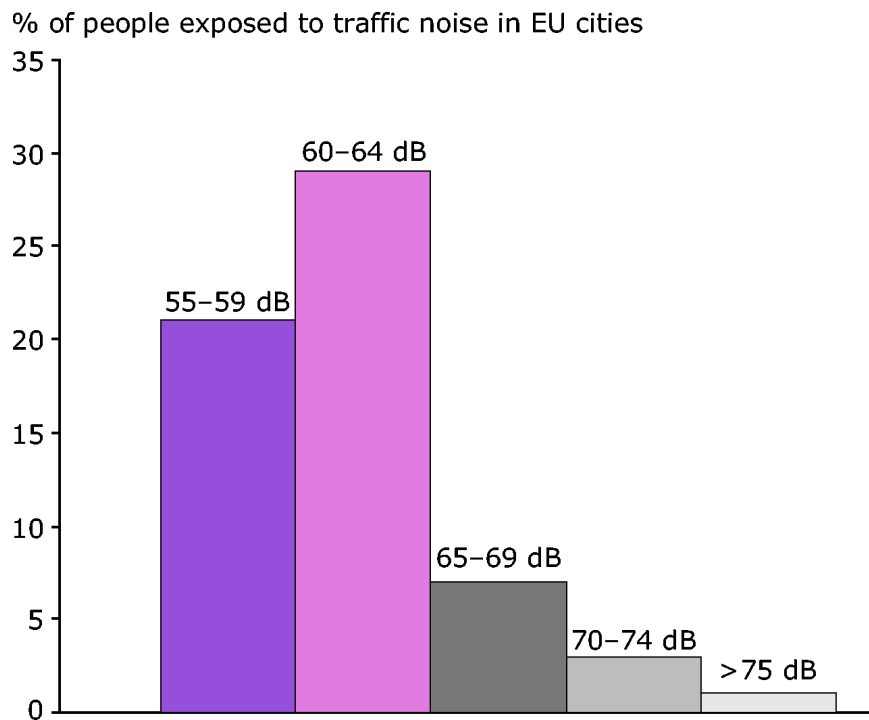
Οι μεταφορές συμβάλλουν, επίσης, στην υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και των εδαφών, με άμεσο και έμμεσο τρόπο. Οι επιπτώσεις των μεταφορών στην ποιότητα των εδαφών και υδάτων αφορούν στην έμμεση ή άμεση ρύπανση τους, στη μεταβολή των υδρολογικών χαρακτηριστικών μεγάλων περιοχών και την υποβάθμιση των οικολογικών ιδιοτήτων του εδάφους.

Η ρύπανση των υδάτων και των εδαφών λόγω των μεταφορών προκύπτει είτε από τις καθημερινές, συνήθεις μεταφορικές δραστηριότητες είτε λόγω ατυχημάτων που έχουν ως αποτέλεσμα την διαρροή καυσίμων, ελαίων, μετάλλων κ.α. Ως παράδειγμα στη Μεγάλη Βρετανία σε ετήσια βάση μεταφέρονται οδικώς 80 εκ.τόνοι «επικίνδυνων» υλικών και συμβαίνουν 50-100 μεγάλα ή σοβαρά ατυχήματα, που τα περισσότερα σχετίζονται με μικρές διαρροές πετρελαίου. Στις ΗΠΑ εκτιμάται ότι το 46% των αυτοκινήτων παρουσιάζουν διαρροές διαφόρων επικίνδυνων υγρών, περίπου 1,9 δις λίτρα λιπαντικών είτε καίγονται είτε διαρρέουν στο περιβάλλον, ενώ περίπου 700 εκατομμύρια λίτρα λιπαντικών χύνονται παρανόμως στο έδαφος ή σε υπονόμους (πηγή: vtri.org.).

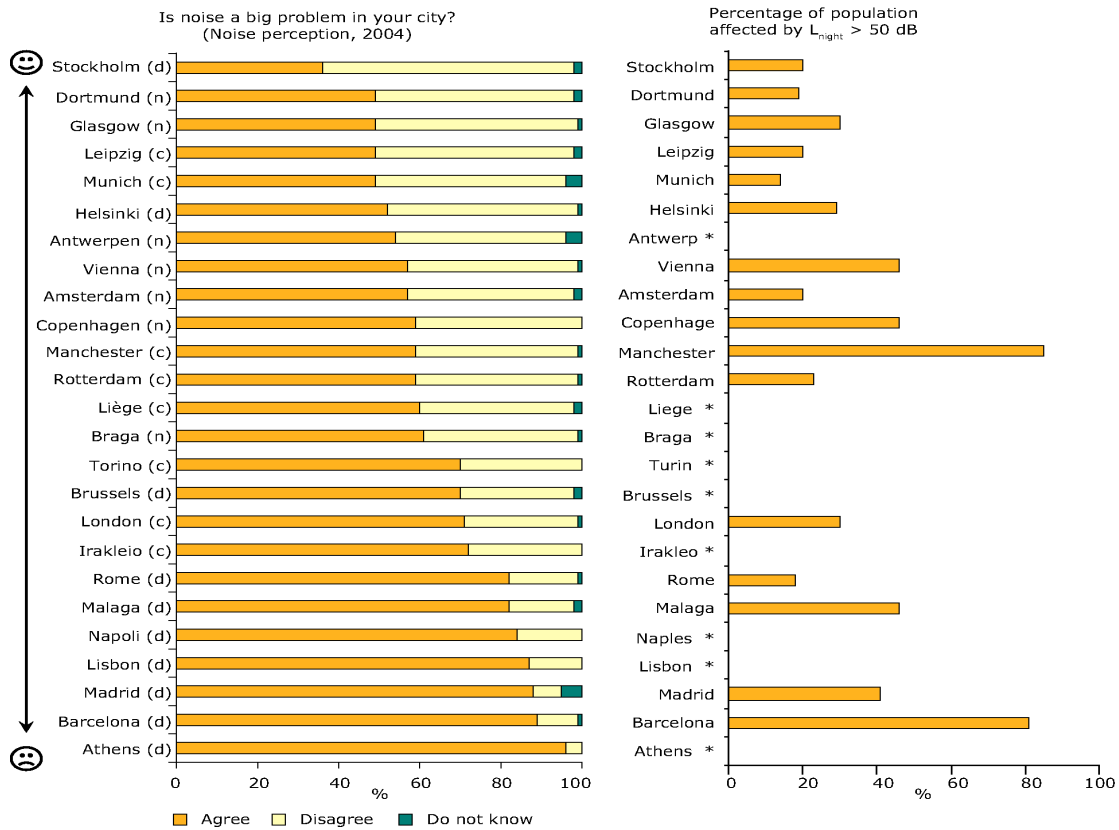
#### 1.2.5 Ηχορύπανση

Ο θόρυβος στον αστικό χώρο ορίζεται ως ο θόρυβος που προκαλείται από όλες τις δραστηριότητες του ανθρώπου εκτός του θορύβου μέσα στους βιομηχανικούς χώρους εργασίας. Έτσι, στον αστικό χώρο πηγές θορύβου είναι οι οδικές, σιδηροδρομικές και αεροπορικές μεταφορές, οι βιομηχανίες και βιοτεχνίες, τα δημόσια έργα αλλά και οι χώροι διασκέδασης, οι αθλητικές δραστηριότητες, οι παιδικές χαρές κ.ά. Κατά την Ευρωπαϊκή Επιτροπή πάνω από το 20% του πληθυσμού της εκτίθεται σε θόρυβο μεγαλύτερο των αποδεκτών ορίων - 65 dB. Ο οδικός θόρυβος είναι η κυρίαρχη πηγή. Επίσης ο ΕΟΠ αναφέρει πως το κοινό αντιλαμβάνεται το θόρυβο ως ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα. Μπορεί να επηρεάσει τον άνθρωπο τόσο σωματικά όσο και ψυχικά, διαταράσσοντας βασικές δραστηριότητες όπως ο ύπνος, η ανάπαυση, η μελέτη και η επικοινωνία. Η ποσοτικοποίηση της σχετικής επιβάρυνσης για την υγεία από τον περιβαλλοντικό θόρυβο αποτελεί μια νέα πρόκληση για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής. Η έκθεση στο θόρυβο δεν προκαλεί μόνο διαταραχή του ύπνου, ενόχληση και εξασθένηση

της ακοής, αλλά και άλλα προβλήματα υγείας, όπως οι καρδιαγγειακές διαταραχές. Επιπλέον οι επιπτώσεις του θορύβου εντείνονται όταν αλληλεπιδρούν με άλλους περιβαλλοντικούς στρεσογόνους παράγοντες, όπως η ατμοσφαιρική ρύπανση και οι χημικές ουσίες. Αυτό ισχύει ιδίως στις αστικές περιοχές, όπου συνυπάρχουν οι περισσότεροι από αυτούς τους στρεσογόνους παράγοντες.



Σχήμα 7: Ποσοστό των ανθρώπων στις ευρωπαϊκές χώρες εκτεθειμένο στο θόρυβο (πηγή : ΕΟΠ, 2008)



Σχήμα 8: Πως αντιλαμβάνονται οι κάτοικοι των Ευρωπαϊκών Χωρών τον θόρυβο – ποσοστό του πληθυσμού επηρεασμένο από αυτόν (πηγή: ΕΟΠ, 2004)

### 1.2.6. Οδική συμφόρηση

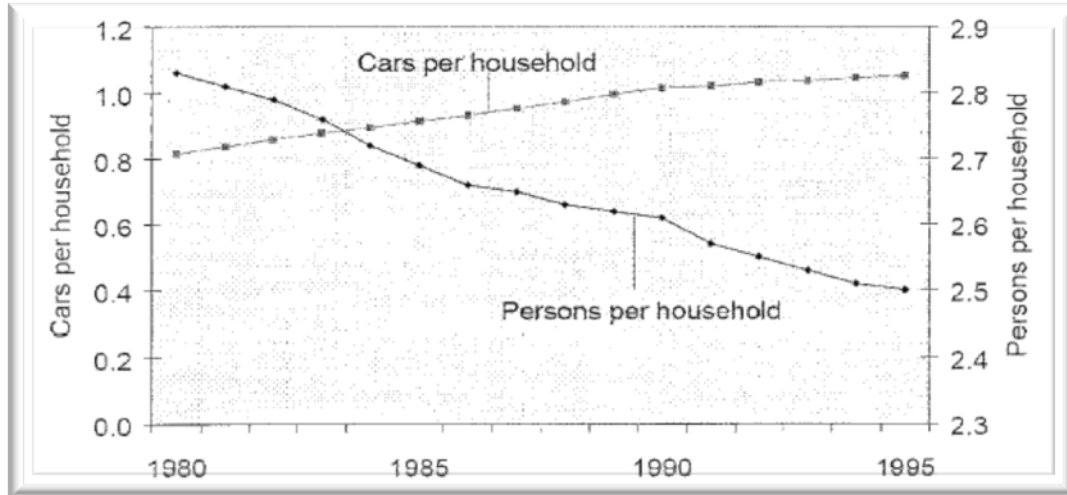
Υπάρχει μια συνεχής αύξηση της ζήτησης μετακινήσεων προσώπων και αγαθών και της κυκλοφορίας των οχημάτων που οφείλεται κυρίως σε δυο ομάδες αιτιών:

- Α) Την αύξηση του πληθυσμού και της κινητικότητας, (περισσότερες και μεγαλύτερου μήκους μετακινήσεις), καθώς και της κατανάλωσης αγαθών.
- Β) Τη μεγαλύτερη χρήση του επιβατικού αυτοκινήτου, το οποίο απαιτεί μεγαλύτερο χώρο ανά μεταφερόμενο επιβάτη από ότι τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς (ΜΜΜ), τόσο για κίνηση όσο και για στάθμευση.

Από μελέτη της Eurostat (2000), προκύπτει ότι ο δείκτης ιδιοκτησίας Ι.Χ. αυτοκινήτων αυξάνει με ταχύτατους ρυθμούς ιδιαίτερα στις χώρες που έχουν χαμηλό δείκτη ιδιοκτησίας Ι.Χ. αυτοκινήτων. Όμως, ακριβώς η αντίστροφη τάση παρατηρείται για το δείκτη ιδιοκτησίας μηχανών. Μεταξύ του 1980 και 1998 η ιδιοκτησία αυτοκινήτων στην Ευρώπη



αυξήθηκε από 291 σε 451 αυτοκίνητα ανά 1.000 κατοίκους υποδηλώνοντας μια αύξηση της τάξης του 2,5% το χρόνο ενώ παράλληλα με αυτή την αύξηση παρατηρήθηκε μείωση του αριθμού των ατόμων που συγκροτούν ένα νοικοκυριό.



**Σχήμα 9:** Μέσος αριθμός αυτοκινήτων ανά νοικοκυριό και αριθμός ατόμων ανά νοικοκυριό στην Ευρώπη κατά την περίοδο 1980 – 1995 (Πηγή: ΕΟΠ, 2000)

Επίσης σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) 100 δισεκατομμύρια ευρώ χάνονται κάθε χρόνο στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης κυρίως από τη σπατάλη καυσίμων, που προκαλεί η κυκλοφοριακή συμφόρηση και τα μποτιλιαρίσματα, στους δρόμους των μεγαλουπόλεων. Το τεράστιο αυτό ποσό αντιστοιχεί σε ποσοστό 1% του ΑΕΠ της Ε.Ε. ετησίως, ενώ το μεγάλο πρόβλημα που καλούνται να λύσουν οι κυβερνήσεις των χωρών – μελών είναι να ενισχύσουν την κινητικότητα στα αστικά κέντρα, μειώνοντας συγχρόνως τη συμφόρηση, τα ατυχήματα και τη ρύπανση.

Στην πόλη της Αθήνας, (όπως και σε άλλες ελληνικές πόλεις όπου υπάρχουν όλες οι κατάλληλες προϋποθέσεις για μια έντονη αύξηση στη ζήτηση των μετακινήσεων), το κύριο οδικό δίκτυο που εξυπηρετεί το μεγαλύτερο ποσοστό της κυκλοφορίας, παρουσιάζει κορεσμό ο οποίος συνεχώς εξαπλώνεται τόσο γεωγραφικά όσο και χρονικά. Στα κορεσμένα τμήματα του δικτύου, που διαρκώς αυξάνονται, και κατά τις περιόδους κορεσμού που συνεχώς επεκτείνονται, παρουσιάζονται σημαντικές καθυστερήσεις οι οποίες δημιουργούν απώλεια χρόνου και αυξάνουν την ατμοσφαιρική και ηχητική ρύπανση. Επιπλέον, στην προσπάθειά τους να αποφύγουν τα κορεσμένα τμήματα του κύριου οδικού δικτύου, οι

χρήστες ανακαλύπτουν νέες διαδρομές μέσω του δευτερεύοντος οδικού δικτύου, δημιουργώντας διαμπερείς κινήσεις μέσα από περιοχές κατοικίας και άλλες ευαίσθητες περιοχές, χειροτερεύοντας συνεχώς την ποιότητα ζωής.

Η έλλειψη χώρων στάθμευσης εκτός οδού και η χρησιμοποίηση των οδοστρωμάτων κίνησης ή των πεζοδρομίων για την κάλυψη της έλλειψης αυτής επιδεινώνει ακόμα περισσότερο την κατάσταση.



Εικόνα 1: Κυκλοφοριακή συμφόρηση στο κέντρο της Αθήνας (Πηγή: onair24.gr)

### 1.2.7. Τροχαία ατυχήματα

Τα τροχαία ατυχήματα είναι μια σοβαρή επίπτωση των μεταφορών που όμως παραμένει εδώ και χρόνια υποτιμημένη. Φαίνεται ότι οι άνθρωποι ύστερα από ένα σχεδόν αιώνα χρήσης των Ι.Χ. και μετά από τον θάνατο περίπου 25 εκατομμύρια ατόμων, αποδέχονται τον κίνδυνο ως εγγενή ιδιότητα των μετακινήσεων και ειδικότερα των μετακινήσεων με αυτοκίνητο. Σε παγκόσμιο επίπεδο κάθε χρόνο σκοτώνονται 1,2 εκατομμύρια άνθρωποι στα τροχαία

ατυχήματα ενώ σύμφωνα με εκτιμήσεις της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας (Π.Ο.Υ.) το 2020 ο αριθμός των νεκρών αναμένεται να ανέλθει στα 2,4 εκατομμύρια, ιδιαίτερα μετά την αύξηση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων στην Κίνα, στην Ινδία και στις πρώην ανατολικές χώρες. Το 2020 αναμένεται τα τροχαία ατυχήματα να αποτελούν την τρίτη αιτία απώλειας Ετών Ζωής Προσαρμοσμένων στην Αναπηρία του ανθρώπινου πληθυσμού παγκοσμίως<sup>1</sup>. Στον παρακάτω πίνακα 1-5 φαίνεται η πρόβλεψη της Π.Ο.Υ. για την μεταβολή των αιτιών απώλειας Ετών Ζωής Προσαρμοσμένων στην Αναπηρία παγκοσμίως, για την περίοδο 1990 - 2020.

**Πίνακας 1-5:** Αιτίες απώλειας Ζωής Προσαρμοσμένων στην Αναπηρία παγκοσμίως την περίοδο 1990 - 2020

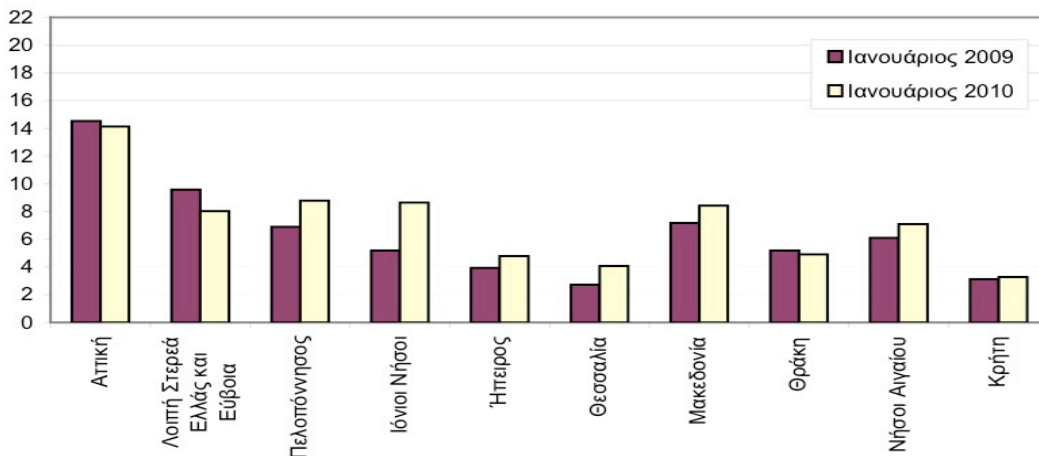
1990	2020
1. Λοιμώξεις Κατωτέρου Αναπνευστικού	1. Ισχαιμικές Καρδιοπάθειες
2. Διαρροϊκές Ασθένειες	2. . Μονοπολική Κατάθλιψη
3. Περιγεννητικές Καταστάσεις	3. Τροχαία ατυχήματα
4. Μονοπολική Κατάθλιψη	4. Αγγειακή Εγκεφαλοπάθεια
5. Ισχαιμικές Καρδιοπάθειες	5. Χρόνιες Αποφρακτικές νόσοι του αναπνευστικού
6. Αγγειακή Εγκεφαλοπάθεια	6. Λοιμώξεις Κατωτέρου Αναπνευστικού
7. Φυματίωση	7. Φυματίωση
8. Ίλαρά	8. Πόλεμος
9. Τροχαία ατυχήματα	9. Διαρροϊκές Ασθένειες
10. Συγγενείς ανωμαλίες	10. HIV

Πηγή : (Παναγιωτάκος, 2005)

<sup>1</sup>Έτη Ζωής Προσαρμοσμένα στην Αναπηρία (Disability Adjusted Life Years, DALYs) = [προσδόκιμο επιβίωσης στην ηλικία που συμβαίνει ο θάνατος]+ [(συντελεστής ανικανότητας)×(διάρκεια επιβίωσης με ανικανότητα)], (Παναγιωτάκος, 2005)

Στην Ευρώπη υπολογίζεται ότι ετησίως λόγω των τροχαίων ατυχημάτων χάνουν τη ζωή τους πάνω από 40.000 άτομα, 150.000 άτομα μένουν ανάπηροι δια βίου ενώ ο συνολικός αριθμός των τραυματιών είναι πάνω από 1.700.000 άτομα. (Νικολαράκης και Ζοπουνίδης, 2007). Οι πεζοί, οι ποδηλάτες, οι μοτοποδηλάτες και οι μοτοσικλετιστές αντιπροσωπεύουν στην Ευρωπαϊκή Ένωση το ένα τρίτο περίπου των νεκρών από τροχαία ατυχήματα: 7.061 πεζοί, 3.673 μοτοσικλετιστές, 2.477 μοτοποδηλάτες και 1.818 ποδηλάτες, το έτος 2000. Η Ελλάδα κατέχει μια από τις χειρότερες θέσεις στην Ευρώπη στον τομέα των τροχαίων ατυχημάτων και της οδικής ασφάλειας γενικότερα. Κάθε χρόνο πεθαίνουν πάνω από 1.600 άνθρωποι και τραυματίζονται πάνω από 22.000. Εξαιρετικής σημασίας είναι το γεγονός ότι ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση το διάστημα 1980-2000 υπήρξε μείωση των θανάτων από οδικά ατυχήματα κατά 38% (1980: 61.800 θάνατοι - 2000: 38.200 θάνατοι), στην Ελλάδα παρουσιάστηκε αύξηση κατά 66% (1980: 1.255 θάνατοι - 2000: 2.088 θάνατοι). Ένας θάνατος από τροχαίο συνεπάγεται κατά μέσο όρο 40 χαμένα χρόνια ζωής ενώ θάνατος από καρκίνο 10,5 χαμένα χρόνια. Το ετήσιο κόστος των οδικών ατυχημάτων στην Ε.Ε. είναι περίπου 15 δισεκατομμύρια ευρώ. Αν προστεθεί και το κόστος της απώλειας του παραγωγικού έργου που τα θύματα θα προσέφεραν στο υπόλοιπο της ζωής τους το συνολικό κόστος ξεπερνά τα 45 δισεκατομμύρια ευρώ.

Ατυχήματα ανά 100.000 κατοίκους



Σχήμα 10: Οδικά ατυχήματα που συνέβησαν τον Ιανουάριο του 2009 και του 2010 στην Ελλάδα (πηγή: Εθνική Στατιστική υπηρεσία Ελλάδος, 2010)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Μια πρώτη αντίδραση σε όλα αυτά τα προβλήματα καθώς και στις αυξανόμενες ανάγκες σε θεμελιώδη ζητήματα ήταν η στροφή προς αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων που κατά το παρελθόν είτε θεωρήθηκαν οικονομικά ασύμφωρες είτε έδωσαν μια παράταση χρόνου, είτε τέλος οδήγησαν στη «μετανάστευση» μέρους των προβλημάτων, που αντιμετώπιζαν τα αστικά κέντρα σε γειτονικές περιοχές.

Αυτές ήταν η εκτατική ανάπτυξη, η τάση για αλόγιστη χρησιμοποίηση της επιφανειακής έκτασης ως απάντηση στις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες και απαιτήσεις του κοινωνικού συνόλου. Ο συγκεκριμένος χαρακτήρας ανάπτυξης δεν έλυσε τα προβλήματα των αστικών κέντρων καθώς οι ανάγκες και οι απαιτήσεις αυξάνονταν συνεχώς. Άλλες λύσεις αποσκοπούσαν στη στροφή προς την ανάπτυξη της τρίτης διάστασης, είτε αυτή αποτελεί την οικοδόμηση πολυώροφων κτιριακών εγκαταστάσεων, είτε η δημιουργία υπόγειων κατασκευών. Η πρώτη, αν και έχει κατεξοχήν χρησιμοποιηθεί, υπόκειται σε αρκετούς περιορισμούς και δεν εξασφαλίζει ευελιξία εγκατάστασης διαφόρων χρήσεων και σήμερα αποδεικνύεται ότι έχει εξαντλήσει τη δυναμική της κυρίως με την κάλυψη οικιστικών αναγκών. (Καλιαμπάκος, 2003). Από την άλλη πλευρά σύμφωνα με τον Sterling (2007) οι υπόγειοι χώροι είναι σε να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα αναγκών και να φιλοξενήσουν χρήσεις που δεν είναι επιβεβλημένο ή αναγκαίο να βρίσκονται στο επίπεδο του εδάφους όπως εγκαταστάσεις συγκοινωνιακής υποδομής, χώρους στάθμευσης, αποθήκευσης αγαθών ή αποβλήτων, παραγωγής ενέργειας κ.ά.

### 2.1. Γιατί υπόγεια ανάπτυξη

Η συστηματική εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου με σκοπό την εγκατάσταση διαφόρων χρήσεων, αποτελεί μια εναλλακτική τάση που ξεπερνά τα στενά όρια της διδιάστατης ή αλλιώς εκτατικής ανάπτυξης και υποστηρίζει την αξιοποίηση της τρίτης διάστασης προς την πλευρά του υπεδάφους. Σύμφωνα με τον Duddeck (1996), η κατασκευή υπόγειων έργων έχει γίνει σήμερα μια ζωτική ανάγκη και οι μηχανικοί έρχονται αντιμέτωποι κάθε μέρα με αυξημένες προκλήσεις και ευθύνες. Συγκεκριμένα επισημαίνει πως αναζητείται η κατασκευή

πιο πολύπλοκων και μεγάλων έργων που θα φιλοξενήσουν διάφορες εφαρμογές, ακόμα και σε περιοχές με δύσκολα πετρώματα ή κάτω από μεγαλουπόλεις με υψηλή συγκέντρωση δραστηριοτήτων και πληθυσμού. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι τα υπόγεια έργα έναντι των αντίστοιχων επιφανειακών μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά αφού προσφέρουν οικονομικές λύσεις υψηλής περιβαλλοντικής προστασίας. Σύμφωνα με τους Sterling και Godard (2001), οι κυριότεροι παράγοντες που ωθούν προς την πλευρά της υπόγειας ανάπτυξης είναι:

- Έλλειψη διαθέσιμων χώρων – Καλύτερη εκμετάλλευση της γης. Με τη μεταφορά και εγκατάσταση δραστηριοτήτων υπόγεια απελευθερώνονται ζωτικοί χώροι στην επιφάνεια. Ακόμη, οι υπόγειες κατασκευές προσφέρουν αυξημένες δυνατότητες επέκτασης, δεδομένου ότι δεν υφίστανται, κατά κανόνα, οι περιορισμοί της επιφάνειας σε σχέση με το περιβάλλον ιδιοκτησιακό καθεστώς.
- Περιβαλλοντικοί λόγοι. Δραστηριότητες οι οποίες είναι ρυπογόνες ή δεν είναι αναγκαίο να λειτουργούν στην επιφάνεια (“windowless buildings”) μπορούν να μεταφερθούν υπόγεια και να επιτευχθεί διπλή ωφέλεια. Οι ίδιες οι χρήσεις ωφελούνται από την απομόνωση και προστασία του γεωλογικού μέσου και ταυτόχρονα βελτιώνεται η ποιότητα ζωής και μειώνονται οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από οχλούσες δραστηριότητες.
- Κοινωνικοί – οικονομικοί λόγοι. Οι ενεργειακές ανάγκες στον υπόγειο χώρο είναι μειωμένες λόγω της σχετικά σταθερής θερμοκρασίας και του ελεγχόμενου περιβάλλοντος. Η ασφάλεια των υπόγειων κατασκευών είναι ιδιαίτερα αυξημένη αφού οι προσβάσεις σε αυτές είναι συγκεκριμένες και απόλυτα ελεγχόμενες. Επίσης, η συμπεριφορά τους σε σεισμούς είναι σημαντικά, καλύτερη από αυτή των επιφανειακών κατασκευών.

## **2.2. Σημασία Υπόγειων Έργων στην Αντιμετώπιση Σύγχρονων Προβλημάτων**

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια μεγάλη αύξηση στο πλήθος και στο μέγεθος υπόγειων κατασκευών για να εξυπηρετούν διάφορα έργα υποδομής. Οι αυξημένες απαιτήσεις που αφορούν τόσο το ποιοτικό και λειτουργικό επίπεδο των έργων όσο και την προστασία και αναβάθμιση του βιοτικού επιπέδου του πληθυσμού κρίνουν επιβεβλημένη την ανάγκη της

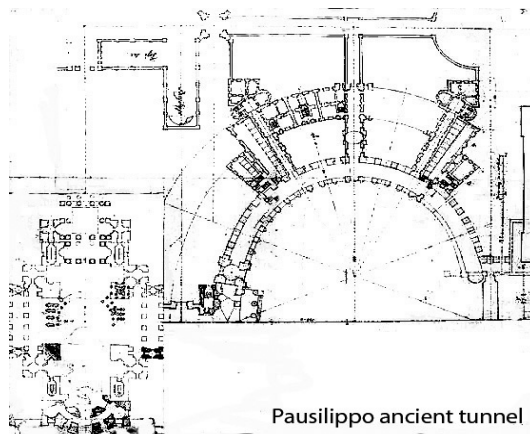


εξέλιξης της αξιοποίησης του υπόγειου χώρου. Επίσης τα έντονα φαινόμενα αστικοποίησης και η σημαντική μείωση των διαθέσιμων επιφανειακών εκτάσεων στις σύγχρονες πόλεις, με την ταυτόχρονη αύξηση του κόστους τους, δημιουργούν την τάση που προωθεί τη μείωση ή και παύση της μέχρι σήμερα έντονης επέκτασης των επιφανειακών δραστηριοτήτων (Καλιαμπάκος, 2003). Η δημιουργία νέων και σύγχρονων έργων υποδομής επιβάλλεται να είναι συμφωνία με την προσπάθεια βελτίωσης των συνθηκών του ανθρωπογενούς και φυσικού περιβάλλοντος. Ο βαθμός συμβατότητας τέτοιων έργων, εξαρτάται από τις τοπικές επιλογές και προτεραιότητες, τις υφιστάμενες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες. Αξιοσημείωτο είναι πως στην υπόγεια ανάπτυξη δίνεται αυξημένη βαρύτητα στο θέμα των περιβαλλοντικών όρων. Οι υπόγειες κατασκευές έχει αποδειχθεί ότι υπερτερούν έναντι των αντίστοιχων περιφερειακών αφού προσφέρουν οικονομικές λύσεις υψηλής περιβαλλοντικής προστασίας. Αν λάβουμε υπόψη τις συνθήκες του Ελλαδικού χώρου οι υπόγειες κατασκευές παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά σε σχέση με τις επιφανειακές έναντι σεισμικών φορτίσεων (Καλιαμπάκος, 2003).

### **2.3. Ιστορική Αναδρομή – πρώτες χρήσεις υπογείων έργων**

Η ιστορία και τα αρχαιολογικά ευρήματα έχουν αποδείξει ότι ο άνθρωπος χρησιμοποίησε τον υπόγειο χώρο από πολύ νωρίς. Μια από τις πρώτες καταγεγραμμένες χρήσεις του υπόγειου χώρου από τον άνθρωπο είναι για κατοικία. Οι σπηλιές και οι διάφορες φυσικές κοιλότητες στο έδαφος αποτέλεσαν το πρώτο φυσικό περιβάλλον, στο οποίο έζησαν οι πρωτόγονοι άνθρωποι. Το υπέδαφος προσέφερε προστασία από τα φυσικά φαινόμενα και τα άγρια ζώα. Στη συνέχεια και κατά τη διάρκεια της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού ο υπόγειος χώρος εγκαταλείφθηκε και ο άνθρωπος κατοίκησε σε κατασκευές θεμελιωμένες στην επιφάνεια του εδάφους. Ο σημαντικός του ρόλος αποδεικνύεται ακόμη και στην εκμετάλλευση του ορυκτού πλούτου η οποία πρόσφερε τις απαραίτητες πρώτες ύλες που χρειαζόταν ο πολιτισμός στα διάφορα στάδιά του για την ικανοποίηση βασικών αναγκών. Τα εργαλεία, όμως, οι μέθοδοι και η γνώση είναι σε πρώιμο στάδιο και δεν επιτρέπουν τη βέλτιστη εκμετάλλευση του υπογείου χώρου. Οι ανάγκες καλύπτονται από την επιφάνεια του εδάφους, δεδομένου ότι εκεί υπάρχει άφθονος χώρος, ο οποίος είναι άμεσα και πιο αποτελεσματικά αξιοποιήσιμος. Αξίζει να σημειωθεί όμως πως η σημαντική προσφορά των υπογείων έργων δεν απουσιάζει στην

αρχαιότητα. κοινωνίες της Χαρακτηριστικά παραδείγματα, στην ιστορία του ελληνικού χώρου, αποτελούν το Ευπαλίνειο όρυγμα, μια υδραυλική σήραγγα, η οποία κατασκευάστηκε για τη μεταφορά νερού στην πόλη της Σάμου το 520 π.Χ. Η σήραγγα έχει μήκος 1040 m και διατομή 3,5 m<sup>2</sup>, αλλά το πιο σημαντικό γεγονός είναι ότι κατασκευάστηκε με ταυτόχρονη διάνοιξη και από τις δύο πλευρές. Τα δύο συνεργεία συναντήθηκαν, μετά από 10 χρόνια, στο μέσο της έχοντας μια απόκλιση μόλις 0,8 m, από τον άξονα. Άλλα ελληνικά υπόγεια έργα εντοπίζονται στην περιοχή των μεταλλείων του Λαυρίου (Καλιαμπάκος Δ, 2003) (από το 2000 π.Χ.), τα οποία έφτασαν σε μια μέγιστη παραγωγή αργύρου της τάξεως των 20.000 kg αργύρου ετησίως τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. Πολλές στοές και έργα της εποχής σώζονται ακόμη και σήμερα, ενώ έχουν καταμετρηθεί περίπου 2.000 φρέατα, κάποια απ' τα οποία έφταναν σε βάθος τα 120 m. Ακόμη το Αδριάνειο Υδραγωγείο που κατασκευάστηκε από τον Ρωμαίο Αυτοκράτορα Αδριανό (134 - 140 μ.Χ.) αποτέλεσε το σημαντικότερο ιστορικό έργο για την υδροδότηση της πόλης των Αθηνών. Το έργο αυτό ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας και έφτανε μέχρι χτο Λυκαβηττό όπου κατασκευάστηκε η Αδριάνειος Δεξαμενή, στην οποία αποθηκεύονταν τα νερά του υδραγωγείου. Η κατασκευή του απαιτήσε τη διάνοιξη σιηράγγων για τη μεταφορά του νερού προς την πόλη. Εκείνη την περίοδο αναφέρεται και η δημιουργία δυο υδαταγωγών σιηράγγων στην ορεινή Κορινθία για μεταφορά νερού από τις πηγές της Στυμφαλίας στην αρχαία Κόρινθο. Παρόμοια έργα καταγράφονται και στην αρχαία Βαβυλώνα το 2180 π.Χ. (σήραγγα μήκους 1 km περίπου κάτω από τον ποταμό Ευφράτη) και στους ρωμαϊκούς χρόνους το 36 π.Χ. (σήραγγα στην περιοχή Pausilippo, με μήκος περίπου 1,6 km και πλάτος περίπου 7,5 m) (Καλιαμπάκος, 2003).



Εικόνα 2 : Αρχαία σήραγγα στο Pausilippo (πηγή:www.britannica.com)



## 2.4. Η εφαρμογή του υπόγειου χώρου για εκπλήρωση συγκοινωνιακών αναγκών

Την εμφάνιση τους στα τέλη του 19ου αιώνα και τις αρχές του 20ου αιώνα έκαναν τα πρώτα έργα εκμετάλλευσης του υπόγειου χώρου με σκοπό την ικανοποίηση αναγκών του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου. Τα έργα αυτά είναι συγκοινωνιακού χαρακτήρα και πιο συγκεκριμένα αποτελούν έργα κατασκευής δικτύων σιδηροδρόμων και μητροπολιτικών σιδηροδρόμων. Η κατασκευή σιδηροδρόμων ευνοεί τη μείωση του συνολικού μήκους των γραμμών, μικρότερες κλίσεις και άρα μεγαλύτερες ταχύτητες κίνησης κ.ά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διάνοιξη της πρώτης σιδηροδρομικής σήραγγας για τη διέλευση του ποταμού Τάμεση στο Λόνδρινο. Η κατασκευή της πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ασπίδας από τον M.Brunnel και η ολοκλήρωσή της επιτεύχθηκε το 1842. Λίγο μετά την περίοδο 1872-1881 κατασκευάζεται η σιδηροδρομική σήραγγα του St Gotthard. Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ολοκληρώθηκε η πρώτη σήραγγα διέλευσης οχημάτων (Holland Tunnel) στον ποταμό Χάντσον των Η.Π.Α., όπως κατασκευάστηκαν οι δύο σήραγγες Simplon. Εκείνη την περίοδο κατασκευάζονται τα πρώτα υπόγεια έργα για στρατιωτική χρήση και συγκεκριμένα για οχυρωματικούς σκοπούς για τον 1<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο (Καλιαμπάκος, 2003)

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας καθώς και η παρουσία του 20<sup>ου</sup> αιώνα έδωσαν την ώθηση για μια νέα προσέγγιση στην κατασκευή υπόγειων έργων, αφού ξεκίνησαν να χρησιμοποιούνται νέα εργαλεία όρυξης και υποστήριξης της εκσκαφής και παράλληλα υπήρξε ανάπτυξη της γνώσης για τη συμπεριφορά της βραχώμαζας. Εντυπωσιακά είναι τα παραδείγματα υπόγειων κατασκευών που έχουν δημιουργηθεί τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστική είναι η κατασκευή της μήκους 85 km σήραγγας μεταφοράς νερού Orange-Fish στη Νότια Αφρική, της σήραγγας Seikan που ενώνει τα νησιά Hokkaido και Honshu στην Ιαπωνία, η οποία είναι μέχρι σήμερα η μεγαλύτερη υποθαλάσσια σήραγγα που έχει κατασκευαστεί καθώς τα 23 από τα συνολικά 54 km του μήκους της βρίσκονται κάτω από την θάλασσα, της υποθαλάσσιας σήραγγας της Μάγχης (Channel Tunnel) (Robbins, 1995), που ενώνει την Μεγάλη Βρετανία με την ηπειρωτική Ευρώπη, αλλά και το έργο ένωσης Σουηδίας - Δανίας (Uresung Crossing) το οποίο συνδυάζει σήραγγα μήκους 5 km και τεχνητή γέφυρα. Αξίζει να αναφερθεί πως υπάρχουν και μεγάλοι υπόγειοι θάλαμοι (caverns), όπως το Gjonvic Olympic Mountain (Chryssanthakis et al.,

1999), με πλάτος ανοίγματος 62 m, το οποίο είναι και το μεγαλύτερο που έχει κατασκευαστεί μέχρι σήμερα, αλλά και υπόγεια συγκροτήματα αποθήκευσης υδρογονανθράκων (π.χ. Mogstad - Νορβηγία, PorvooOy - Φινλανδία, Lavera - Γαλλία, κ.α.) και αποθήκευσης τοξικών και ραδιενεργών αποβλήτων. Όμως μεγάλη εφαρμογή ανά τον κόσμο παρουσιάζουν και τα υπόγεια μεταλλευτικά έργα όπως είναι οι υπόγειες εκμεταλλεύσεις χρυσού στην Ν. Αφρική, όπου οι εργασίες γίνονται σε βάθη 2.500 - 3.000 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το υπόγειο μεταλλείο της Kiruna στη Σουηδία, το μεγαλύτερο υπόγειο μεταλλείο του κόσμου, στο οποίο η εκμετάλλευση πραγματοποιείται για πάνω από 50 χρόνια, παρουσιάζει όμως ακόμη τεράστια αποθέματα σιδηρομεταλλεύματος. Στην περιοχή του Kansas City εμφανίζονται υπόγειες εκμεταλλεύσεις αδρανών (Stauffer, 1975), οι οποίες έχουν αφήσει τεράστιες εκτάσεις υπόγειων χώρων, ορισμένοι απ' τους οποίους φιλοξενούν πληθώρα χρήσεων, όπως για παράδειγμα το υπόγειο συγκρότημα Subtropolis, στο οποίο έχει αναπτυχθεί βιομηχανικό πάρκο έκτασης 400.000 m<sup>2</sup> από τα συνολικά 5.000.000.000 m<sup>2</sup> επιφάνειας που υπάρχουν διαθέσιμα (Καλιαμπάκος, 2003).



**Εικόνα 3:** Σήραγγα Saint Gothard στην Ελβετία στα τέλη 19<sup>ου</sup> αιώνα (πηγή: Καλιαμπάκος 2009)

## 2.5. Βασικά χαρακτηριστικά του υπόγειου χώρου:

- Ο υπόγειος χώρος μπορεί να φιλοξενήσει δραστηριότητες ή κατασκευές που είναι δύσκολο, αδύνατο, περιβαλλοντικά ανεπιθύμητο ή λιγότερο επικερδές να εγκατασταθούν στην επιφάνεια.
- Προσφέρει φυσική προστασία σε οτιδήποτε τοποθετηθεί σε αυτόν.
- Η απομόνωση που δημιουργείται στις υπόγειες εγκαταστάσεις προστατεύει το επιφανειακό περιβάλλον από τους κινδύνους ή τις οχλήσεις που συνοδεύουν κάποια είδη δραστηριοτήτων.
- Οι εγκαταστάσεις που δεν βρίσκονται στην επιφάνεια είναι αόρατες, εκτός από τα σημεία εισόδου και εξόδου.

## 2.6. Οι χρήσεις του υπόγειου χώρου σήμερα

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε πως οι κυριότερες χρήσεις των υπόγειων έργων σήμερα συνοπτικά, είναι οι εξής:

### ➤ Υπόγειοι αποθηκευτικοί χώροι

Τα υπόγεια αποθηκευτικά – διαμετακομιστικά κέντρα μπορεί να αποτελούν μια καινοτομία για τον ελληνικό χώρο, έχουν όμως αποδείξει τη βιωσιμότητά τους στο εξωτερικό και συγκεκριμένα στις Η.Π.Α εδώ και πολλά χρόνια. Πρόκειται για κέντρα πολλές φορές τεραστίων διαστάσεων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση εμπορευμάτων, τροφίμων, ακόμη και επικίνδυνων αποβλήτων. Τα πλεονεκτήματα αυτών των χώρων είναι περιλαμβάνουν τις σταθερές θερμοκρασιακές συνθήκες, κάτι που συνεπάγεται μειωμένα έξοδα για θέρμανση – ψύξη, τη δυνατότητα επέκτασης του υπόγειου χώρου, αυξημένη ασφάλεια για τα προϊόντα και τους εργαζομένους λόγω της ελεγχόμενης εισόδου στον υπόγειο χώρο και την απομόνωση του υπόγειου χώρου από την επιφάνεια με αποτέλεσμα την απουσία θορύβων και δονήσεων.



Εικόνα 4: Svalbard Global Seed Vault (πηγή: [www.regjeringen.com](http://www.regjeringen.com))

#### ➤ Υπόγειοι χώροι στάθμευσης

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των μεγάλων αστικών κέντρων είναι η έλλειψη χώρων στάθμευσης. Η κατασκευή πολυώροφων κτιρίων για την στάθμευση των αυτοκινήτων ως λύση στο πρόβλημα φάνηκε ανεπαρκής λόγω της εξάντλησης των επιφανειακών χώρων και τη συνεχή αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων. Οι υπόγειοι χώροι στάθμευσης προσφέρουν εξοικονόμηση πολύτιμου χώρου ιδίως όταν πρόκειται για περιοχές με αυξημένη τουριστική ή εμπορική δραστηριότητα, μηδενική οπτική ρύπανση (εκτός από τις στοές εισόδου και εξόδου), και υψηλή προστασία των οχημάτων από τα καιρικά φαινόμενα, την οποία δεν παρέχουν οι επιφανειακοί χώροι, ενώ σε μικρότερο βαθμό παρέχουν τα κτίρια στάθμευσης οχημάτων.





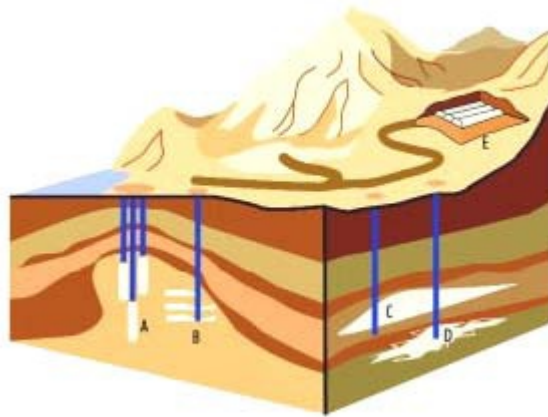
Εικόνα 5: Υπόγειος χώρος στάθμευσης αυτοκινήτων στην Στοκχόλμη όπου σε περιόδους πολέμου χρησιμοποιούταν για στρατιωτικές εγκαταστάσεις (πηγή: Καλιαμπάκος, 2003)

➤ **Υπόγειοι ενεργειακοί σταθμοί**

Οι υπόγειοι ενεργειακοί σταθμοί (Υ.Η.Σ) χρησιμοποιούνται γιατί οδηγούν σε αύξηση της εκμεταλλεζόμενης δυναμικής ενέργειας, και το κόστος κατασκευής είναι χαμηλότερο σε σχέση με τους επιφανειακούς. Επίσης παρέχουν αυξημένη ασφάλεια και το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό.

➤ **Υπόγεια αποθήκευση καυσίμων και φυσικού αερίου**

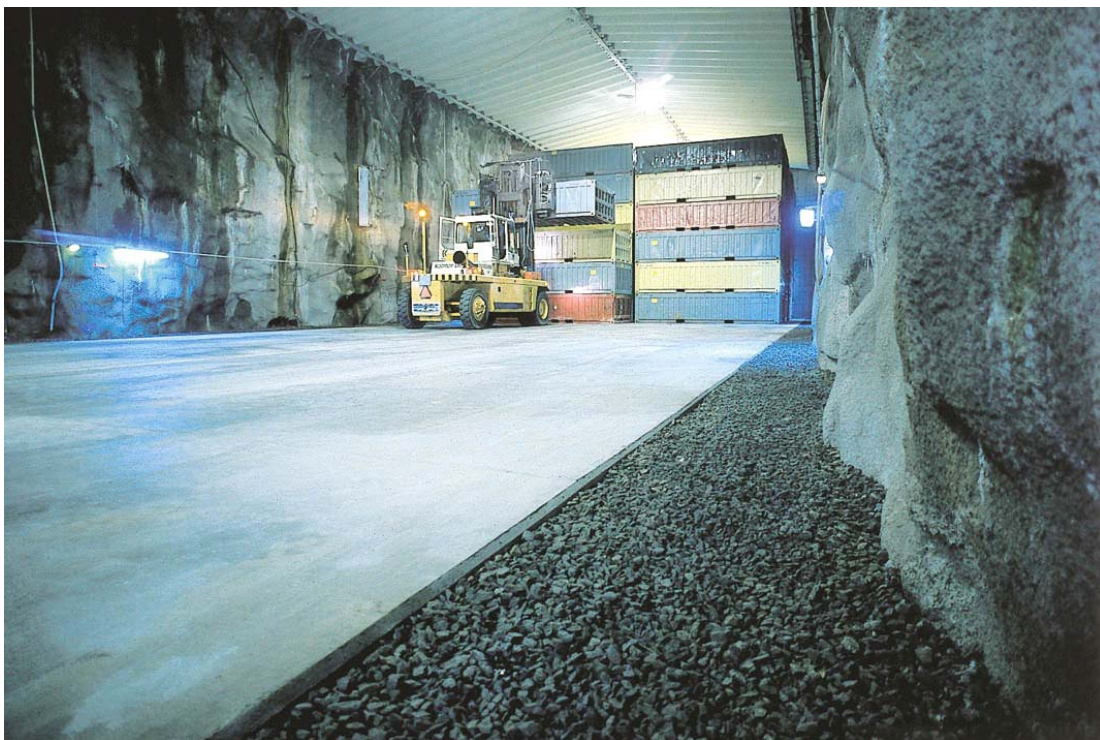
Η χρήση τεχνητών υπόγειων χώρων για την αποθήκευση υδρογονανθράκων αποτελεί συνήθη πρακτική τόσο στις Σκανδιναβικές χώρες, από όπου και πρωτοξεκίνησε όσο και σε πολλές άλλες χώρες. Το κυριότερο πλεονέκτημα τους είναι η επίτευξη χαμηλότερου κόστους ανά μονάδα αποθηκευμένου προϊόντος.



**Εικόνα 6 :** Σχηματική αναπαράσταση αποθήκευσης φυσικού αερίου σε (A) κοιλότητες άλατος , (B) μεταλλεία, (C) υδροφορείς, (D) εξαντλημένα κοιτάσματα και (E) τεχνητούς θαλάμους (πηγή:Καλιαμπάκος, 2011)

### ➤ Υπόγειοι χώροι διάθεσης αποβλήτων

Μια πολύ σημαντική χρήση του υπόγειου χώρου αφορά τη διάθεση επικίνδυνων αποβλήτων. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του υπόγειου χώρου προσφέρουν ένα ασφαλές περιβάλλον καθώς εμποδίζουν τη διάδοση των ρύπων και την επαφή τους με τη βιόσφαιρα.



**Εικόνα 7:** Υπόγειος χώρος διάθεσης επικίνδυνων αποβλήτων στη Σουηδία (πηγή: Καλιαμπάκος, 2003)

➤ **Υπόγειοι ταμιευτήρες νερού**

Τα τελευταία χρόνια έχει επεκταθεί ιδιαίτερα η κατασκευή κλειστών δεξαμενών σε σχέση με τις ανοικτές γιατί οι ανοικτές δεξαμενές πόσιμου νερού είναι εκτεθειμένες στην επίδραση του ήλιου και της μόλυνσης από επιφανειακά ρέοντα νερά ή από υπόγεια, ιδιαίτερα σε περιοχές κοντά σε μεγάλα αστικά κέντρα.

➤ **Υπόγειοι χώροι στρατιωτικών εφαρμογών**

Οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται από μια ιδιαίτερη ευαισθησία όσον αφορά στην κατασκευή και στην λειτουργία τους. Οι αυξημένες απαιτήσεις απόκρυψης και ασφάλειας έναντι εξωτερικών απειλών έχουν οδηγήσει σε αρκετές περιπτώσεις στην υιοθέτηση υπόγειων λύσεων. Τέτοια παραδείγματα μπορούν να βρεθούν σε όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου, πολλά από τα οποία ήδη συμπληρώνουν αρκετές δεκαετίες ζωής. Παράδειγμα υπόγειου στρατιωτικού συγκροτήματος αποτελεί το κέντρο ελέγχου της αεράμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών (North American Aerospace Defense Command - NORAD), το οποίο ξεκίνησε να λειτουργεί το 1966.

➤ **Άλλες χρήσεις υπόγειων χώρων (βιβλιοθήκες, γυμναστήρια, αθλητικές εγκαταστάσεις κ.λ.π.)**

Πέρα από τα παραπάνω οι υπόγειες κατασκευές εξυπηρετούν και κοινωφελείς σκοπούς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα από τη διεθνή βιβλιογραφία αποτελούν οι περιπτώσεις κατασκευής υπόγειων αθλητικών κέντρων. Η πιο γνωστή είναι η περίπτωση του Ολυμπιακού Κέντρου Παγοδρομίας στη Νορβηγία (Gjovik Olympic Mountain Hall, του οποίου ο λόγος κατασκευής ήταν οι Ολυμπιακοί Αγώνες το 1994.





Εικόνα 8: Σκαρίφημα της κατασκευής του συγκροτήματος Gjonik Olympic Mountain Hall (πηγή : Καλιαμπάκος 2003)

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται συνοπτικά διάφοροι τύποι υπόγειων έργων και που μπορούν να χρησιμοποιηθούν:



ΧΡΗΣΕΙΣ	ΤΥΠΟΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΡΓΟΥ		
	Σήραγγες	Φρέατα	Θάλαμοι
Συγκοινωνιακή υποδομή	Διαβάσεις πεζών	Μεταφορά ανθρώπων	Σταθμοί (π.χ. Metro)
	Οδικές	Υλικού φορτίου	Χώροι στάθμευσης
	Σιδηροδρομικές	Εξοπλισμού	
	Μετρό		
Μεταφορά απαγωγή	Ύδρευση/άρδευση	Ύδρευση/άρδευση	
	Αποχέτευση	Αποχέτευση	
	Αντιπλημμυρικά έργα	Αντιπλημμυρικά έργα	
Υπηρεσίες κοινής ωφέλειας	Δίκτυα - Γραμμές:	Πρόσβαση	Διάφοροι κόμβοι
	Τηλεφώνου		
	Ηλεκτρικού		
	Ειδικές καλωδιώσεις		
Αποθήκευση	Διαφόρων υγρών	Διαφόρων υγρών	Διαφόρων υγρών
	Καυσίμων	Καυσίμων	Καυσίμων
	Αποβλήτων		Αποβλήτων
			Τροφίμων
Κατάψυξη προϊόντων			
Άμυνα	Καταφύγια	Στρατιωτικές εγκαταστάσεις	Καταφύγια
	Στρατιωτικές εγκαταστάσεις		Στρατιωτικές εγκαταστάσεις
			Αποθήκευση στρατιωτικού υλικού
Εκμετάλλευση κοιτασμάτων	Αερισμός	Αερισμός	Εξόρυξη
	Προσπέλαση	Προσπέλαση	
	Μεταφορά	Μεταφορά	
	Εξόρυξη		
Εκμετάλλευση υπόγειων νερών και αποστράγγιση	Υδρομάστευση	Υδρομάστευση	
	Αποστράγγιση	Αποστράγγιση	

Πίνακας 2-1: Τύποι υπογείων έργων ανάλογα με τη χρήση τους

## **2.7. Πλεονεκτήματα**

Για να δούμε λεπτομερέστερα τα πλεονεκτήματα των υπόγειων έργων είναι απαραίτητο να τα μελετήσουμε με βάση τρία βασικά κριτήρια την οικονομική, την τεχνική/λειτουργική και κοινωνική/περιβαλλοντική σκοπιά.

### **Από οικονομικής πλευράς :**

- Μειωμένα κόστη συντήρησης και λειτουργίας
- Οφέλη από την εκμετάλλευση των προϊόντων εξόρυξης
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Μείωση κόστους από τις μικρότερες απαιτήσεις για την δέσμευση – χρήση επιφανειακών εκτάσεων

### **Από τεχνικής/λειτουργικής πλευράς :**

- Πιο συμπαγή/συγκεντρωμένη αστική δόμηση, με εγκατάσταση νέων υπόγειων χρήσεων
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των εγκαταστάσεων
- Λειτουργία υπό συνθήκες θερμοκρασιακής σταθερότητας
- Αποτελεσματικότητα στην προσπέλαση εμποδίων και στην επίλυση προβλημάτων
- Θερμική, κλιματική, σεισμική προστασία και ασφάλεια έναντι δολιοφθορών, βιομηχανικών ατυχημάτων
- Αυξημένες δυνατότητες επεκτασιμότητας και μεγάλη αυτονομία στο χώρο
- Λειτουργία υπο συνθήκες θερμοκρασιακής σταθερότητας

### **Από κοινωνικής/περιβαλλοντικής πλευράς :**

- Μεγαλύτερη περιβαλλοντική προστασία στο οικοσύστημα και στα χαρακτηριστικά της επιφανειακής απορροής
- Εξοικονόμηση επιφανειακού χώρου από δευτερεύουσες χρήσεις (πχ. Στάθμευση) για αναψυχή, εργασία, στέγαση

- Μειωμένες επιδράσεις στο γεωμορφολογικό ανάγλυφο και χαρακτηριστικά της περιοχής πχ. μειωμένη οπτική ρύπανση
- Μειωμένες οχλήσεις κατά την κατασκευαστική περίοδο
- Υπόγεια μετεγκατάσταση χρήσεων ανεπιθύμητων στην επιφάνεια του εδάφους (π.χ. αποθήκευση αποβλήτων, επεξεργασία λυμάτων)
- Αντιμετώπιση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (π.χ. θόρυβος, αέρια ρύπανση)

## **2.8. Μειονεκτήματα**

Βέβαια όπως σε όλα τα πράγματα υπάρχει η θετική και η αρνητική πλευρά είναι απολύτως κατανοητό πως τα υπόγεια έργα έχουν και κάποια μειονεκτήματα. Μερικά από αυτά είναι τα εξής :

- Από οικονομικής σκοπιάς, εκτός από την αβεβαιότητα της επένδυσης υπάρχει κίνδυνος για μεγάλη αύξηση κόστους λόγω ύπαρξης κακών ή αβέβαιων γεωτεχνικών συνθηκών
- Από τεχνικής/λειτουργικής σκοπιάς, έχουμε περιορισμό στο μέγιστο άνοιγμα του υπόγειου χώρου, υψηλή εξειδίκευση συστημάτων και εξοπλισμού, πιθανά προβλήματα στη διάταξη των προσπελαστικών έργων και των επιφανειακών συνδέσεων. Επίσης απαιτούνται αυξημένες διατάξεις ασφαλείας, εξοπλισμού παρακολούθησης και μόνιμου αερισμού καθώς και αντιμετώπιση των υπόγειων νερών και φυσικών αερίων. Τέλος, αποτελούν ένα «μόνιμο» έργο και η κατασκευαστική περίοδος είναι αρκετά μεγάλη.
- Από κοινωνικής/περιβαλλοντικής σκοπιάς, η ανθρώπινη ψυχολογία παίζει σημαντικό ρόλο αφού υπάρχει κίνδυνος για πιθανές αντιδράσεις φόβου σε έναν υπόγειο κλειστό χώρο, γεγονός που μπορεί να δράσει ως ο πιο αφασιστικός ανασταλτικός παράγοντας. Τέλος, υπάρχει κίνδυνος αλλαγών στα χαρακτηριστικά του υδροφόρου ορίζοντα και στην κίνηση των υπόγειων υδάτων της περιοχής.

## **2.9. Η σχέση ανάμεσα σε μια πόλη και τον υπόγειο χώρο της**

Η δυνατότητα χρήσης του υπόγειου χώρου δεν είναι εφικτή σε κάθε πόλη. Είναι φανερό ότι κάθε σύγχρονη πόλη έχει έναν υπόγειο χώρο που δυνητικά χρήζει εκμετάλλευσης, ωστόσο, γίνεται αντιληπτό ότι υπάρχουν παράμετροι που διευκολύνουν ή εμποδίζουν μια τέτοια προοπτική, ανεξάρτητα από τις οικονομικές δυνατότητες της αντίστοιχης αστικής κοινότητας. Ο υπόγειος χώρος μιας πόλης αποτελείται από 3 μέρη:

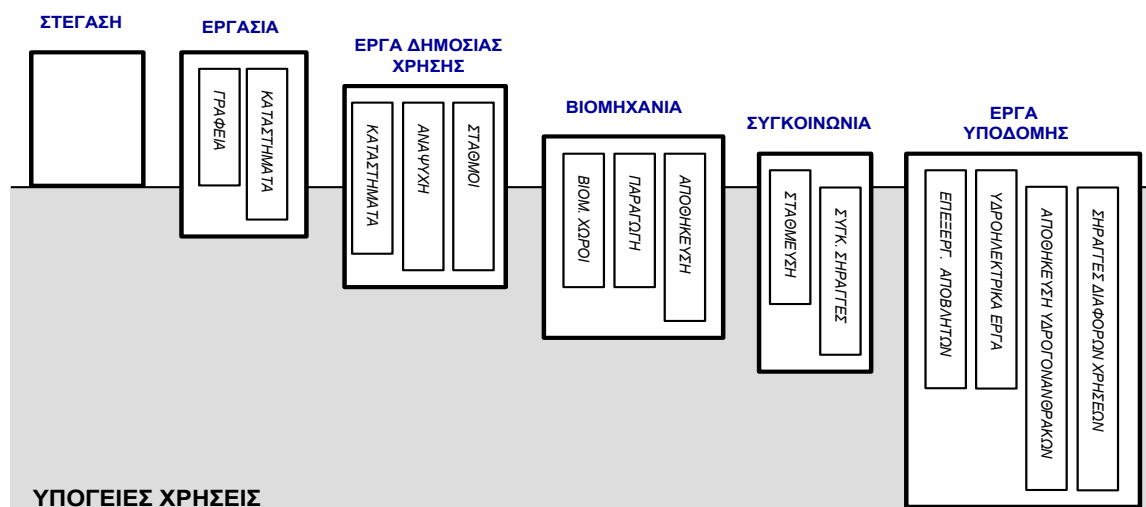
1. Τον υπόγειο χώρο που βρίσκεται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, η χρήση του οποίου επηρεάζεται άμεσα από τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της πόλης. Αυτό το κομμάτι του υπεδάφους, συνήθως χρησιμοποιείται για διάφορες εφαρμογές και αποτελείται από χαλαρούς σχηματισμούς, αλουβιακές αποθέσεις ή υλικά επιχωμάτωσης. Ωστόσο η ποιότητα του εδάφους δεν αποτελεί αποφασιστικό παράγοντα στην επιλογή τρόπου εκμετάλλευσης του υπόγειου χώρου. Η χρήση του καθορίζεται από τους αστικούς περιορισμούς αλλά και τη χρήση του αντίστοιχου επιφανειακού χώρου.
2. Τον υπόγειο χώρο που βρίσκεται σε μεγάλα βάθη, του οποίου η ποιότητα και η δυνατότητα εκμετάλλευσης είναι αποφασιστικός παράγοντας για τη χρήση του. Με τον όρο ποιότητα ορίζονται οι γεωλογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες, οι οποίες με τη σειρά τους καθορίζουν τη δυσκολία κατασκευής και συνεπώς, την οικονομικότητα ενός τέτοιου έργου.
3. Τον υπόγειο χώρο που δημιουργείται από το ανάγλυφο της επιφάνειας, ο οποίος προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, λόγω της καλής ποιότητας του πετρώματος και της έλλειψης υπογείων νερών. Το πιο σημαντικό από τα πλεονεκτήματά του είναι η ευκολία πρόσβασης που παρουσιάζει, χαρακτηριστικό το οποίο στα υπόγεια έργα για να επιτευχθεί χρειάζονται ιδιαίτερες κατασκευές όπως σκάλες, φρεάτια ή ράμπες. (Παπαποστόλου, 2010)

## **2.10. Παράγοντες καθοριστικοί για το μέλλον των υπόγειων κατασκευών**

Ο Edelenbos (1998) επισημαίνει πως η ζήτηση για την υιοθέτηση των υπόγειων κατασκευών αναμένεται να είναι έντονα αυξητική αν υπάρξουν οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- 1) Αυξημένες πιέσεις για τη διαφύλαξη του εναπομείναντος επιφανειακού χώρου, με σκοπό να οδηγήσουν στην αύξηση της αποδοτικότητας των επιφανειακών χρήσεων καθώς και στην πιο εκλεκτική χρησιμοποίησή του.
- 2) Τεχνολογική εξέλιξη, που θα δημιουργήσει νέες κατασκευαστικές δυνατότητες ενώ παράλληλα θα επιτρέψει την πιο οικονομική κατασκευή των έργων.
- 3) Αυξημένο ενδιαφέρον για την ποιότητα ζωής, που σχετίζεται με την προστασία περιβάλλοντος, την ασφάλεια και την αύξηση του βιοτικού επιπέδου.
- 4) Υψηλή οικονομική ανάπτυξη. Αυτή θα οδηγήσει στην πραγματοποίηση πιο δυναμικών επενδυτικών προγραμμάτων και ταυτόχρονα στην αύξηση των απαιτήσεων από την πλευρά των πολιτών για τη βελτίωση των συνθηκών ζωής.
- 5) Ενεργή πολιτική από πλευρά των κυβερνητικών φορέων και εφαρμογή αυστηρών περιβαλλοντικών και χωροταξικών κανονισμών, κάτι που με τη σειρά του θα ωθήσει στη μεγαλύτερη και ενεργητικότερη αξιοποίηση του υπόγειου χώρου.
- 6) Επιδείνωση των περιβαλλοντικών συνθηκών, πράγμα που θα επιφέρει μεγαλύτερες κοινωνικές πιέσεις για την αντιμετώπιση τους και υιοθέτηση νέων τεχνικών για την επίτευξη του στόχου αυτού.

**ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ**



**Σχήμα 11:** Καταλληλότητα ανάπτυξης υπόγειων χώρων ανάλογα με την κάθε χρήση (Καλιαμπάκος, 2003)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Μεγάλη εφαρμογή παγκοσμίως παρουσιάζουν τα υπόγεια δίκτυα συγκοινωνίας. Η πρώτη εμφάνιση των υπόγειων δικτύων συγκοινωνίας καταγράφεται περιπου κατά το 1854 στο Λονδίνο όπου ψηφίστηκε η έγκριση της κατασκευής του πρώτου υπόγειου σιδηροδρομικού δικτύου μεταξύ του σταθμού Paddington και του Farringdon Street μέσω του Kings Cross και ονομάστηκε Μητροπολιτικός Σιδηρόδρομος, ο οποίος άρχισε στις 10 Ιανουαρίου του 1863.



**Εικόνα 9:** Κατασκευή του υπόγειου σταθμού του Μετρό στο Λονδίνο το 1861  
(Πηγή: [el.wikipedia.org/wiki/Λονδίνο](http://el.wikipedia.org/wiki/Λονδίνο))

Το μετρό της Βουδαπέστης είναι το δεύτερο παλιότερο υπόγειο σύστημα μετρό στον κόσμο μετά το μετρό του Λονδίνο. Ξεκίνησε να δημιουργείται το 1870 και εγκαινιάστηκε το 1896 ανακηρύχθηκε Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς το 2002. Από τότε έχουν κατασκευαστεί μετρό σχεδόν σε κάθε μεγάλη πόλη του κόσμου, από την Νέα Υόρκη, το Παρίσι, το Χονγκ Κονγκ, την Αθήνα και το Ντουμπάι και πρόσφατα σε εξέλιξη είναι και το Μετρό της Θεσσαλονίκης. Το μετρό πλέον θεωρείται το πιο ουσιαστικό μέσο μαζικής μεταφοράς στις πόλεις καθώς και το πιο εύκολο και άνετο για μετακίνηση.



**Εικόνα 10:** Υπόγειος σιδηρόδρομος Millenium παλαιά φάση στην Πλατεία Ηρώων στη Βουδαπέστη

Οι μητροπολιτικοί σιδηρόδρομοι προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η αξιοπιστία στην τήρηση των δρομολογίων, η αρκετά μεγάλη ταχύτητα, η μικρή κατανάλωση ενέργειας, άνεση, εξοικονόμηση χρόνου κλπ.

### **3.1. Μετρό Αθήνας**

#### **3.1.1. Ιστορική αναδρομή**

Ο μητροπολιτικός σταθμός της Αθήνας λειτούργησε για πρώτη φορά στις 27 Φεβρουαρίου του 1869 με ατμοκίνητα τρένα συνδέοντας την Αθήνα με τον Πειραιά. Η εταιρεία εκμεταλλευσής της ονομάστηκε Σιδηρόδρομοι Αθηνών Πειραιώς (Σ.Α.Π.). Η γραμμή Πειραιάς - Ομόνοια ηλεκτροδοτήθηκε το 1904 και το 1926, όπου εκείνη την περίοδο συνεργάζεται η εταιρεία εκμετάλλευσης των σιδηροδρόμων με την εταιρεία εκμετάλλευσης των τραμ και προκύπτουν δυο νέες εταιρείες: η Ηλεκτρική εταιρεία Μεταφορών (Η.Ε.Μ) και οι Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι (Ε.Η.Σ). Η πρώτη ανέλαβε τη διαχείριση και τη λειτουργία των γραμμών τραμ και της σιδηροδρομικής γραμμής Αθήνας - Πειραιά και η δεύτερη 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. Το καλοκαίρι του 1991 ξεκίνησε η κατασκευή των δυο γραμμών της Αττικό Μετρό (τότε Κοινοπραξία «Ολυμπιακό Μετρό») ώστε να αποτραπεί η επιπρόσθετη επιβάρυνση του κυκλοφοριακού

προβλήματος της Αθήνας και να αποσυμφορηθεί η πρωτεύουσα. Έτσι δημιουργήθηκαν οι δυο γραμμές Μετρό (2 και 3), γνωστές ως η «κόκκινη» και η «μπλε» γραμμή, αντίστοιχα, οι οποίες άνοιξαν τις πύλες τους στις 29 Ιανουαρίου του 2000. Κατανοητό είναι πως την περίοδο μεταξύ 2001 και 2004, με αφορμή τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 έλαβε χώρα ένα εκτεταμένο πρόγραμμα αναπλάσεων των σταθμών του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου. Τη λειτουργία και την παράλληλη εκμετάλλευση των δυο αυτών γραμμών έχει αναλάβει η Αττικό μετρό Εταιρεία Λειτουργίας Α.Ε (ΑΜΕΛ), θυγατρική της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. Σήμερα, η γραμμή των Η.Σ.Α.Π. εξυπηρετεί 24 σταθμούς και εξυπηρετεί περισσότερους από 415.000 επιβάτες, ενώ οι γραμμές του μετρό της Αθήνας έχουν συνολικό μήκος περίπου 51,1 χλμ συμπεριλαμβανομένων των 20,7 χλμ γραμμής του προαστιακού από τον σταθμό Δουκίσσης Πλακεντίας προς Αεροδρόμιο), διαθέτουν 34 σύγχρονους σταθμούς και εξυπηρετούν 700.000 επιβάτες. Έτσι μαζί με το Τραμ και τον Προαστιακό το Μετρό συμβάλλει στη σύνθεση ενός σύγχρονου συγκοινωνιακού δικτύου και στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στο λεκανοπέδιο.



Εικόνα 11: Χάρτης του Μετρό της Αθήνας (πηγή: Athens\_metro\_2007\_el.png)



### **3.1.2. Αττικό Μετρό Α.Ε.**

Η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. ιδρύθηκε ως νομικό πρόσωπο ιδιωτικού δικαίου με τη μορφή ανώνυμης εταιρείας με το νόμο 1955 της 18ης Ιουλίου 1991. Στον ίδιο νόμο προβλεπόταν ότι με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων παραχωρούνται και μεταβιβάζονται στην ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. όλα τα δικαιώματα και οι υποχρεώσεις του Ελληνικού Δημοσίου που απορρέουν από τη Σύμβαση με την Κοινοπραξία ΟΛΥΜΠΙΑΚΟ ΜΕΤΡΟ και από το έργο της πιλοτικής σήραγγας ΣΕΠΟΛΙΑ- ΑΤΤΙΚΗ.

Σκοπός της εταιρείας ήταν η επίβλεψη της κατασκευής του βασικού έργου και των νέων επεκτάσεων. Ενώ η ΑΜΕΛ, θυγατρική εταιρεία της, διαχειρίζεται τη λειτουργία του έργου, το Ελληνικό Δημόσιο είναι ο μόνος μέτοχος της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., αλλά το 49 % των μετοχών της είναι μεταβιβάσιμες και είναι δυνατό να εισαχθούν στο Χρηματιστήριο Αθηνών. Η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. μπορεί να συγχωνευθεί με άλλους οργανισμούς μαζικών συγκοινωνιών που λειτουργούν εντός του Νομού Αττικής με τον όρο ότι τουλάχιστον το 51% των μετοχών της ενοποιημένης εταιρείας παραμένει στην κυριότητα του Ελληνικού Δημοσίου.

### **3.1.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου**

#### **Γεωλογικά χαρακτηριστικά**

Οι γεωλογικές και γεωτεχνικές συνθήκες κατά μήκος της χάραξης των πρώτων 18 χιλιομέτρων των γραμμών του Μετρό της Αθήνας είχαν διερευνηθεί σε βάθος και είχαν αναλυθεί και αξιολογηθεί. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν για να αναπτυχθούν οι γεωτεχνικές παράμετροι που απαιτούνται για την ασφαλή μελέτη σηράγγων, σταθμών και άλλων υπόγειων κατασκευών.

Το γεωλογικό υπόβαθρο της Αθήνας στην περιοχή και στα βάθη όπου γίνονται οι εργασίες του μετρό αποτελείται από σειρά γεωλογικών σχηματισμών, γνωστοί ως “Αθηναϊκός Σχιστόλιθος”. Ο όρος “Αθηναϊκός Σχιστόλιθος” αποτελεί μια σειρά ιζηματογενών πετρωμάτων φλυσχικού τύπου και πιθανόν Ανω Κρητιδικής ηλικίας που στη συνέχεια υπέστησαν παραμόρφωση. Το σύστημα περιλαμβάνει αργιλικούς και ασβεστιτικούς ψαμμίτες, γραουβάκες, ιλυολίθους ασβεστολίθους και αργιλικούς σχιστολίθους. Πυριγενής δραστηριότητα έδωσε τοπικά περιδοτιτικά και διαβασικά σώματα που προκάλεσαν λιθολογική

παραμόρφωση και σημαντικές τεκτονικές παραμορφώσεις των προϋπαρχόντων πετρωμάτων. Κατά τη γεωλογική περίοδο του Ηωκαίνου φημιολογείται ότι ο “Αθηναϊκός Σχιστόλιθος” κατά πάσα πιθανότητα υπέστη εκτεταμένη πτύχωση και κερματισμό. Η εκτεταμένη αποσάθρωση και η εξαλλοίωση των σχηματισμών ακόμη είναι παράγοντες που ελέγχουν τη συμπεριφορά των υλικών της βραχομάζας και την ποιότητα. Η βραχομάζα είναι πολύ ανομοιογενής και ανισότροπη όχι μόνο στη μακροσκοπική- γεωτεκτονική κλίμακα της λεκάνης των Αθηνών, αλλά κυρίως στη μεσοσκοπική κλίμακα των εκσκαφών σηράγγων. Αυτή η εγγενής ανομοιογένεια των πετρωμάτων του “Αθηναϊκού Σχιστόλιθου” δημιουργεί αβεβαιότητα κατά το συσχετισμό γειτονικών γεωτρήσεων, γεγονός που καθιστά εξαιρετικά δύσκολο τον σχεδιασμό αξιόπιστων γεωλογικών τομών. Ακόμη οι τεταρτογενείς σχηματισμοί που έχουν αποτεθεί πάνω από τον “Αθηναϊκό Σχιστόλιθο” αποτελούνται από ποτάμιες αποθέσεις δηλαδή αργιλικά και αμμώδη υλικά καθώς και κροκαλοπαγή συνήθως μικρού πάχους. Βέβαια οι μεγάλες περιοχές καλύπτονται από διλουβιακές αποθέσεις ανάμεσα στους λόφους και αποτελούνται από αργίλους, ιλύες και άμμους σε εναλλαγές με λατυποπαγή χαλαρά συγκολλημένα. Τέλος, ένα επιφανειακό στρώμα με σύγχρονες αποθέσεις ή τεχνητές επιχώσεις με ποικίλο πάχος (1-6m) βρίσκεται στις περισσότερες περιοχές κατά μήκος της χάραξης του έργου. Οι αποθέσεις αυτές δημιουργήθηκαν κατά τους ιστορικούς χρόνους.

Γενικά, δεν βρέθηκαν μεγάλες ποσότητες υπογείων υδάτων που θα δυσκόλευαν τις εκσκαφές παρόλο που τα πιεζόμετρα έδειχναν στάθμες μερικά μόνο μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το γεγονός αυτό δικαιολογείται από το ότι το μεγαλύτερο μέρος των πετρωμάτων του “Αθηναϊκού σχιστόλιθου” παρουσιάζει μικρή περατότητα με εξαίρεση βέβαια κάποια πετρώματα με μεγάλο δευτερογενές πορώδες (ανοικτές ασυνέχειες, καρστικά έγκοιλα σε ασβεστολιθικά πετρώματα, κατακερματισμένο υλικό σε συμπαγή πετρώματα).

Το Μετρό μπορεί να αντιμετωπίζει τις επιπτώσεις ακόμα και των πιο δυσμενών συνθηκών σεισμικής δραστηριότητας που έχουν καταγραφεί έως σήμερα, σύμφωνα με τα ελληνικά μελετητικά πρότυπα.

Απαραίτητο για την κατασκευή του ήταν να πραγματοποιηθούν γεωτεχνικές έρευνες προκειμένου να συλλεγούν οι απαραίτητες πληροφορίες για τη μελέτη. Το πρόγραμμα περιελάμβανε περισσότερες από 350 γεωτρήσεις που συμπλήρωναν τις 200 γεωτρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά μήκος της χάραξης των γραμμών σε παλαιότερες έρευνες, δηλαδή

κατά μέσο όρο μία γεώτρηση περίπου κάθε 30 μέτρα κατά μήκος της συνολικής χάραξης. Κάθε γεώτρηση έφτανε κατά μέσον όρο τα 20 ως 30 μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Οι γεωτεχνικές έρευνες δεν σταμάτησαν αλλά συνεχίστηκαν καθόλη τη διάρκεια κατασκευής του. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 1100 γεωτρήσεις, με σκοπό την ικανοποίηση των αναγκών του Βασικού Έργου.

Οι πιο σημαντικές γεωτεχνικές δραστηριότητες της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. είναι :

- Έρευνα των γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών με 1100 γεωτρήσεις, οι περισσότερες από τις οποίες έγιναν με συνεχή πυρηνοληψία δειγμάτων από έδαφος και πέτρωμα, ενώ μερικές χρησιμοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή επί τόπου δοκιμών όχι μόνο για να διερευνηθούν καλύτερα οι συνθήκες που επικρατούν στις στάθμες όπου κατασκευάζεται το έργο, αλλά και για την εγκατάσταση ειδικών οργάνων γεωτεχνικής παρακολούθησης.
- Γεωφυσικές έρευνες, χρησιμοποιώντας ποικίλες τεχνικές, όπως το ραντάρ εδάφους που διαπερνά το έδαφος εντοπίζοντας θαμμένα στοιχεία, υπόγειους ποτάμιους διαύλους, δίκτυα οργανισμών κοινής ωφέλειας και μεγάλα αρχαιολογικά στοιχεία (ευρήματα).
- Μέτρηση στάθμης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα κατά μήκος της χάραξης της σήραγγας για να υπολογισθεί η γενική διεύθυνση της ροής των υδάτων εδάφους, καθώς και οι ετήσιες διακυμάνσεις της στάθμης των υδάτων αυτών για τον καλύτερο σχεδιασμό του έργου.
- Ανάπτυξη βασικών παράμετρων αντοχής του εδάφους και του πετρώματος για να χρησιμοποιηθούν για την μελέτη των κατασκευών του έργου. Οι παράμετροι βασίζονται σε αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών δειγμάτων εδάφους και βράχου και σε άλλα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν με επί τόπου δοκιμές.
- Εκτεταμένο πρόγραμμα γεωτεχνικής παρακολούθησης πριν, κατά τη διάρκεια και μετά τη διεξαγωγή των εργασιών εκσκαφής το οποίο πραγματοποιούνταν τόσο για την ασφάλεια των υπερκειμένων ή/και παρακειμένων κτισμάτων και κατασκευών, όσο και για την επιβεβαίωση των παραδοχών σχεδιασμού του έργου.

**Μέθοδοι κατασκευής**

Για την κατασκευή των υπόγειων σταθμών και σηράγγων του Μετρό, επιλέχθηκαν σύγχρονες μέθοδοι κατασκευής με σκοπό να εξασφαλίσουν ασφαλή, έντεχνη και ταχεία αποπεράτωση του έργου. Οι μέθοδοι κατασκευής του έργου χρησιμοποιήθηκαν είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό όπου κρίθηκε απαραίτητο σε συνάρτηση με το γεωλογικό παράγοντα και τις επιτόπου συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου. Πραγματοποιήθηκε εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Ολομέτωπης Κοπής (Tunnel Boring Machine ή TBM) για τη διάνοιξη σηράγγων και συγκεκριμένα, το TBM1 (με το όνομα «ΙΑΣΟΝΑΣ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 2 από τον Σταθμό Λαρίσης έως τον Σταθμό ΑΓΙΟ ΙΩΑΝΝΗ, ενώ το TBM2 (με το όνομα «ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 3 από το Στ. ΚΑΤΕΧΑΚΗ έως το Στ. ΣΥΝΤΑΓΜΑ. Η εκσκαφή με χρήση μηχανήματος Σημειακής Κοπής με Ανοικτή Ασπίδα (Open Face Shield). χρησιμοποιήθηκε για τη διάνοιξη σηράγγων, και συγκεκριμένα για την κατασκευή της σήραγγας ΔΑΦΝΗ-ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ του Βασικού Έργου, μήκους 765 μ, και για το τμήμα Ανθούπολη – Περιστέρι της επέκτασης της Γραμμής 2, μήκους 910 μ. Ακόμη η μέθοδο εκσκαφής με χρήση μηχανήματος Εξισορρόπησης Εδαφικής Πίεσης (Earth Pressure Balance) χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της σήραγγας από τον Σταθμό ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ 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 ΕΛΛΗΝΙΚΟ. Χρήση Συμβατικής μεθόδου εκσκαφής σηράγγων (NATM). Για την εκσκαφή σηράγγων, σε εδάφη με φτωχά μηχανικά χαρακτηριστικά, καθώς και στην εκσκαφή ορισμένων σταθμών του Έργου, και συγκεκριμένα των σταθμών ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, ΑΚΡΟΠΟΛΗ, ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ, ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ, ΟΜΟΝΟΙΑ, καθώς και του βαθύτερου τμήματος του σταθμού ΣΥΝΤΑΓΜΑ χρησιμοποιήθηκε η συμβατική μέθοδος εκσκαφής σηράγγων (NATM). Η εφαρμογή της μεθόδου αυτής ήταν απαραίτητη και σε μεγάλα τμήματα των επεκτάσεων του δικτύου προς ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ, προς ΑΓ. ΔΗΜΗΤΡΙΟ, προς ΑΓ. ΑΝΤΩΝΙΟ, προς ΑΙΓΑΛΕΩ, προς ΧΑΪΔΑΡΙ, κλπ. Η μέθοδος 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 κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο αυτή, όπως οι Σταθμοί: ΣΕΠΟΛΙΑ, ΑΤΤΙΚΗ,

ΛΑΡΙΣΣΑ, ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ, ΣΥΤΓΡΟΥ-ΦΙΞ, Ν.ΚΟΣΜΟΣ, ΑΓ.ΙΩΑΝΝΗΣ, ΔΑΦΝΗ της Γραμμής 2 καθώς και ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ, ΚΑΤΕΧΑΚΗ, ΠΑΝΟΡΜΟΥ, ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ, ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ, ΣΥΝΤΑΓΜΑ (ο σταθμός της Γραμμής 2 που είναι σε μικρότερο βάθος), καθώς και τα τμήματα σιράγγων μεταξύ των σταθμών ΑΤΤΙΚΗ-ΛΑΡΙΣΣΑ και ΚΑΤΕΧΑΚΗ-ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ . Επίσης, στις επεκτάσεις του δικτύου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος αυτή, όπως στους σταθμούς ΑΓΙΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ και ΑΓΙΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ, στους σταθμούς ΧΑΛΑΝΔΡΙ και ΔΟΥΚΙΣΣΗΣ ΠΛΑΚΕΝΤΙΑΣ, καθώς και σε τμήμα της σήραγγας ΔΑΦΝΗ-ΑΓ.ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ. Τέλος, λόγω της ιδιαιτερότητας της περιοχής του Συντάγματος χρησιμοποιήθηκε μια παραλλαγή της μεθόδου Ανοικτού Ορύγματος, η μέθοδος Επικάλυψης – Εκσκαφής (Cover and Cut) όπως για παράδειγμα για την κατασκευή του της πλάκας οροφής του Σταθμού.

### **Μηχανήματα διάνοιξης σιράγγων**

#### **1)Μηχάνημα διάνοιξης σιράγγων (TBM)**

Στο Βασικό Έργο χρησιμοποιήθηκαν δύο TBM κλειστού τύπου για σκληρά πετρώματα, για τη διάνοιξη σιράγγων διπλής γραμμής μεταξύ των σταθμών, συνολικού μήκους 11km. Συγκεκριμένα, το TBM1 (με το όνομα «ΙΑΣΟΝΑΣ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 2 από τον Στ. Λαρίσης έως τον Στ. Αγ. Ιωάννη και το TBM2 (με το όνομα «ΠΕΡΣΕΦΟΝΗ») χρησιμοποιήθηκε στο τμήμα της Γραμμής 3 από το Στ. Κατεχάκη έως τον Στ. Σύνταγμα. Τα δύο TBM έκαναν διάνοιξη σε βάθος έως 28m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, απόσταση που ήταν αρκετά κάτω από τα αρχαιολογικά ευρήματα και τις εγκαταστάσεις δικτύων Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας, ώστε να διασφαλίζεται η ακεραιότητά τους και να αποφευχθούν δαπανηρές και χρονοβόρες καταστάσεις.

#### **2) Ασπίδα εξισσορόπησης Πίεσης Εδάφους (EPB)**

Χρησιμοποιήθηκε στην επέκταση της γραμμής 3 προς Δουκίσσης Πλακεντίας, για την κατασκευή της σήραγγας από τον σταθμό Χαλάνδρι έως το φρέαρ Ξάνθου (3.374m) της επέκτασης της Γραμμής 3 και για τη σημερινή επέκταση της Γραμμής 2 προς Ελληνικό.

### **3)Μηχάνημα τύπου Ανοικτής Ασπίδας (OFS)**

Χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της σήραγγας Σταθμού Δάφνης – Σταθμού Αγ Ιωάννη του Βασικού Έργου, μήκους 765m και για το τμήμα Σταθμός Ανθούπολη – Σταθμός Περιστερί της επέκτασης της Γραμμής 2, μήκους 910m.

#### **Τροχαίο υλικό**

Το Μετρό χρησιμοποιεί πεντάδυμες και εξάδυμες αυτοκινητάμαξες για την εκτέλεση των δρομολογίων. Οι πεντάδυμοι συρμοί είναι παλαιότερων τύπων και περιορίζονται στη γραμμή 1. Εξάδυμοι συρμοί χρησιμοποιούνται και στις τρεις γραμμές. Όλοι οι συρμοί τροφοδοτούνται από επίγεια τροχιά με συνεχές ρεύμα 750 Βολτ (V). Οι τύποι αυτοκινηταμαξών σε χρήση από το Μετρό της Αθήνας είναι οι ακόλουθοι:

- \* Σειρά 101 (II) - Πεντάδυμοι συρμοί, γραμμή 1.
- \* Σειρά 146 - Πεντάδυμοι συρμοί, γραμμή 1.
- \* Σειρά 3101 - Εξάδυμοι συρμοί, γραμμή 1.
- \* Σειρά Α01 - Εξάδυμοι συρμοί, γραμμές 2 και 3.
- \* Σειρά D201 - Εξάδυμοι συρμοί, γραμμές 2 και 3.
- \* Σειρά D251 - Εξάδυμοι συρμοί, γραμμή 3.

Οι αυτοκινητάμαξες σειράς D251 είναι διρρευματικές και μπορούν να τροφοδοτηθούν τόσο από επίγεια τροχιά με συνεχές ρεύμα 750 V, όσο και από εναέριο καλώδιο με εναλλασσόμενο ρεύμα 25KV και 50Hz. Χρησιμοποιούνται στη γραμμή 3, σε δρομολόγια προς τον Διεθνή Αερολιμένα Αθηνών «Ελευθέριος Βενιζέλος». Εκτός των ανωτέρω τύπων αυτοκινηταμαξών, το δίκτυο διαθέτει υπηρεσιακά οχήματα διαφόρων τύπων.

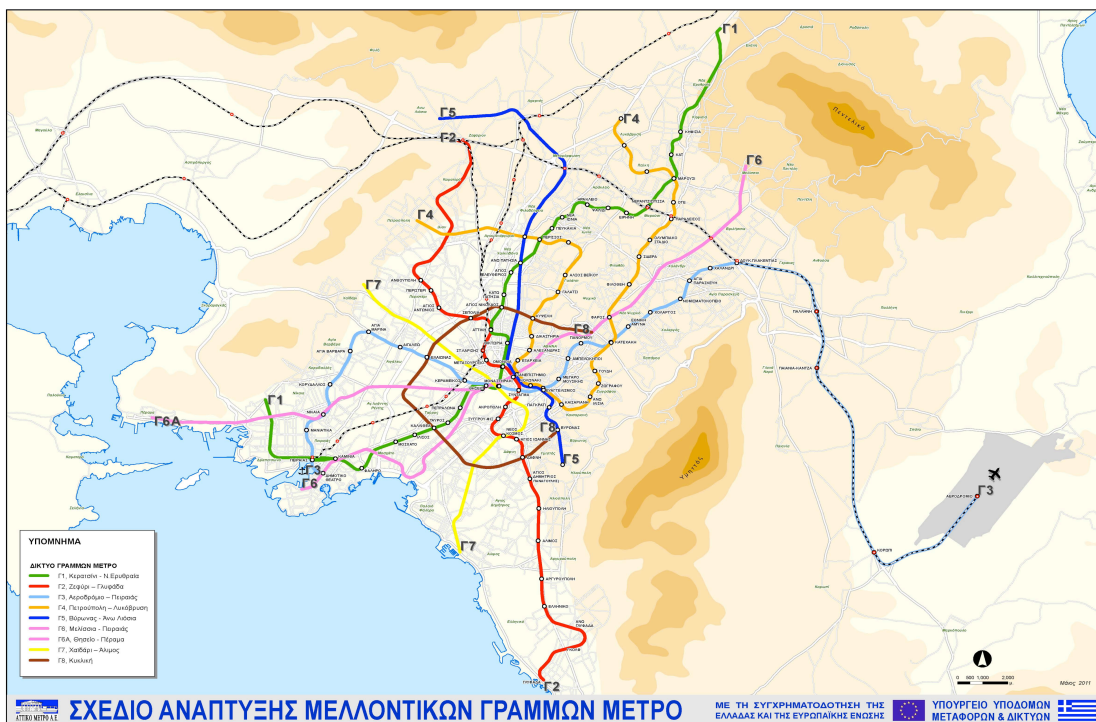
#### **Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις**

Για την απρόσκοπτη λειτουργία του Μετρό και την ασφαλή και άνετη μετακίνηση των επιβατών του, καθώς και για τη διασφάλιση εύρυθμων συνθηκών εργασίας για όλο το προσωπικό που εργάζεται σε αυτό, έχει εγκατασταθεί ένα εκτεταμένο δίκτυο ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων και ειδικού εξοπλισμού όπως σύστημα αερισμού, ψύξης – θέρμανσης, αντλιοστάσια, πυροπροστασία, φωτισμός κ.ά.



**3.1.4. Μελλοντικές Επεκτάσεις**

Το Μετρό επεκτείνεται ώστε να καλύπτει πλέον το 85% της ευρύτερης περιοχής του Λεκανοπεδίου με ένα δίκτυο 8 γραμμών συνολικού μήκους 220km, και 200 σταθμών. Βέβαια όλες οι γραμμές αυτές δεν μπορούν να υλοποιηθούν μέσα σε 20 χρόνια αλλά το σχέδιο αυτό αποτελεί μια ολοκληρωμένη μελέτη των αναγκών για Μετρό στο Λεκανοπέδιο. Με τη σταδιακή υλοποίηση των νέων επεκτάσεων και γραμμών το Μετρό θα πηγαίνει από το Κερατσίνι και τον Πειραιά έως την Κηφισιά και τη Νέα Ερυθραία (Γ1-ΗΣΑΠ), από το Ζεφύρι και το Περιστέρι έως το Ελληνικό και τη Γλυφάδα (Γ2), από το Αεροδρόμιο και τη Μεσογείων έως το Αιγάλεω και τον Πειραιά (Γ3), από την Πετρούπολη και το Γαλάτσι μέσω του Πανεπιστημίου έως το Μαρούσι και τη Λυκόβρυση (Γ4 – Γραμμή U), από τον Βύρωνα και το Παγκράτι έως τα Πατήσια, τη Ν. Φιλαδέλφεια και τα Ανω Λιόσια (Γ5), από το Χαλάνδρι και του Γκύζη έως την Καλλιθέα και την Πειραιϊκή Χερσόνησο (Γ6Α), από το Θησείο και την Πέτρου Ράλλη έως το Κερατσίνι και το Πέραμα (Γ6Β), από το Χαϊδάρι και τη Λ. Καβάλας έως τη Νέα Σμύρνη και τον Αλιμο (Γ7) καθώς και αρκετές από τις περιοχές αυτές θα συνδέονται μεταξύ τους και από τη νέα κυκλική Γραμμή (Γ8).



Εικόνα 12: Σχέδιο ανάπτυξης των μελλοντικών γραμμών μετρό, (Πηγή: ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ)

### **3.1.5. Χρηματοδότηση**

Η χρηματοδότηση των έργων Μετρό περιλαμβάνει τα εξής:

#### **ΒΑΣΙΚΟ ΕΡΓΟ ΜΕΤΡΟ**

- 2,1 δισεκατομμύρια ευρώ
- 50% - Ευρωπαϊκή Ένωση – Επιχορηγήσεις
- 39% - Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων – Δάνεια
- 11% Ελληνικό Δημόσιο

#### **ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΓΡΑΜΜΩΝ 2 & 3**

- 2,2 δισεκατομμύρια ευρώ
- 43% - Ευρωπαϊκή Ένωση – Επιχορηγήσεις
- 38% - Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων – Δάνεια
- 19% - Ελληνικό Δημόσιο

### **3.1.6. Η συμβολή του ΜΕΤΡΟ στην ανάπτυξη της Αθήνας**

Η κατασκευή του Μετρό οδήγησε στη βελτίωση των δημόσιων συγκοινωνιών, σε μείωση των μετακινήσεων με Ι.Χ., στην κυκλοφοριακή συμφόρηση κυρίως στο κέντρο της Αθήνας με αποτέλεσμα τη βελτίωση του περιβάλλοντος. Τέλος, οδήγησε σε οικονομική και αναπτυξιακή βελτίωση, σε πολεοδομικές αλλαγές και στη γενικότερη ανάπλαση της Αθήνας και των προαστίων της.

#### **Οικονομικά οφέλη**

Μεγίστης σημασίας είναι τα οικονομικά οφέλη του Μετρό. Αυτά περιλαμβάνουν:



Οφέλη επιβατών Δημόσιων Μέσων Συγκοινωνίας λόγω της εξοικονόμησης συνολικού χρόνου μετακίνησης που επιφέρει η λειτουργία των επεκτάσεων.

Οφέλη στους χρήστες ιδιωτικών μέσων λόγω αποσυμφόρησης στο οδικό δίκτυο.

Μείωση λειτουργικού κόστους ιδιωτικών μέσων και λεωφορείων λόγω εξοικονόμησης οχηματοχιλιομέτρων που προκύπτει από τη λειτουργία των επεκτάσεων.

Μείωση κόστους από την αποφυγή τροχαίων ατυχημάτων λόγω εξοικονόμησης οχηματοχιλιομέτρων ιδιωτικών μέσων που επιφέρει η λειτουργία των επεκτάσεων.

Μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης λόγω της εξοικονόμησης οχηματοχιλιομέτρων ιδιωτικών μέσων που προκύπτει από τη λειτουργία των επεκτάσεων. Υπολειμματική αξία των επεκτάσεων στο τέλος της περιόδου αξιολόγησης, ίση με 53 % του κόστους υλοποίησης. Αναπόσβεστο παραμένει το 70 % των έργων και το 34 % των συστημάτων και του τροχαίου υλικού.

### **Αναπτυξιακά οφέλη**

Σε επίπεδο εθνικό, η δημιουργία επαρκούς υποδομής στην Αθήνα αυξάνει τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και την ανταγωνιστικότητά της συγκριτικά με άλλες μητροπολιτικές περιοχές της Μεσογείου και της Ευρώπης γενικότερα. Η συμβολή των έργων στην Εθνική Οικονομία ή από την περιφερειακή σκοπιά του Νομού Αττικής μπορεί να κατηγοριοποιηθεί στα παρακάτω:

- Εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα των Μεταφορών και μάλιστα εισαγόμενης ενέργειας. Είναι γνωστό ότι η ενεργειακή κατανάλωση για τη μεταφορά ενός επιβάτη των μέσων μαζικής μεταφοράς, ιδιαίτερα των μέσων σταθερής τροχιάς, είναι σημαντικά χαμηλότερη της αντίστοιχης των ιδιωτικών μέσων.
- Τα έργα υποδομής των μεταφορών συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας των επιχειρήσεων (λόγω βελτίωσης της προσβασιμότητας των θέσεων εργασίας, λόγω μείωσης του χρόνου μεταφοράς κ.ά.) και τελικώς στην αύξηση του παραγόμενου Εγχώριου Προϊόντος. Παράλληλα τα έργα υποδομής και οι επεκτάσεις του Μετρό αποτελούν παράγοντα προσέλκυσης νέων επενδύσεων και επιχειρηματικής δράσης που οδηγεί και πάλι στην αύξηση του Περιφερειακού Προϊόντος.

- Καθαρή αύξηση της απασχόλησης κυρίως στον κατασκευαστικό κλάδο, αλλά και ευρύτερα, τόσο στην φάση κατασκευής των έργων, όσο και κατά την εκμετάλλευση των υποδομών.
- Μείωση των τροχαίων ατυχημάτων τα οποία έχουν ως συνέπεια, πέραν του προσωπικού κόστους την απώλεια παραγωγικού δυναμικού για τη χώρα.

Οι δημιουργηθείσες τοπικές θέσεις απασχόλησης στον κατασκευαστικό κλάδο κατά την υλοποίηση του βασικού έργου του Μετρό, συνολικού κόστους 2,059 δισεκατομμύρια ευρώ υπολογίζεται ότι ανήλθαν σε 14.000 ανθρωποέτη. Για την υλοποίηση του Σχεδίου Μεταφορών στην περίοδο 2001-2020 εκτιμάται ότι απαιτούνται περίπου 52.000 ανθρωποέτη/έτος αντιστοίχως. Το έτος 2000 η επιδότηση επιχειρήσεων από τον ΟΑΕΔ ανήλθε σε ετήσια βάση στο ποσό των 3000 ευρώ ανά δημιουργούμενη θέση απασχόλησης. Το ποσό αυτό αντικατοπτρίζει το κόστος ευκαιρίας μιας νέας θέσης απασχόλησης.

### **Επίδραση της λειτουργίας του Μετρό στις συγκοινωνίες**

Παράλληλα, η λειτουργία του Μετρό συνδυάστηκε με αναδιάρθρωση και των άλλων Δημοσίων Μέσων Μεταφοράς με μείωση τερματικών σταθμών λεωφορείων στο κέντρο της πόλης, λόγω δημιουργίας νέων αφετηριών λεωφορείων κοντά σε περιφερειακούς σταθμούς του Μετρό. Η λειτουργία, συνεπώς του Μετρό μείωσε σημαντικά εκτός από τα Ι.Χ. και την κίνηση των λεωφορείων στο κέντρο της Αθήνας.

Επίσης, η λειτουργία του Μετρό οδήγησε σε ενίσχυση της χρήσης των Η.Σ.Α.Π. σε ποσοστό 14% περίπου, περιορίζοντας επιπρόσθετο ποσοστό μετακινήσεων με Ι.Χ. αυτοκίνητα. ([www.ametro.gr/showenvirongr](http://www.ametro.gr/showenvirongr)).

### **Περιβαλλοντικά οφέλη**

Τα περιβαλλοντικά οφέλη του Σχεδίου Μεταφορών αποτελούν καθαρές οικονομικές ωφέλειες για τον πληθυσμό και τους επισκέπτες της περιοχής μελέτης, στους οποίους συγκαταλέγονται και οι χρήστες του Συστήματος Μεταφορών. Με τη χρήση του Μετρό από μελέτες που έχει πραγματοποιήσει η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. έχει αποδειχθεί πως η

μείωση των ρύπων είναι ορατή από τότε που πρωτοπαραδόθηκε προς χρήση το 2000 και αναμένεται ακόμα μεγαλύτερη με τις μελλοντικές επεκτάσεις.

### **Η συμβολή του Μετρό στην ανάπλαση και αναβάθμιση της Αθήνας – πολεοδομικές παρεμβάσεις**

Κατά τη διάρκεια κατασκευής των έργων του Μετρό, η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. σχεδίασε, μελέτησε και υλοποίησε ιδιαίτερα σημαντικές παρεμβάσεις ανάπλασης και διαμόρφωσης πολλών σημείων στο Δήμο της Αθήνας αλλά και σε άλλους Δήμους κατά μήκος της διαδρομής των γραμμών του Μετρό, προσφέροντας ένα νέο καλαίσθητο περιβάλλον γύρω από τους σταθμούς αλλά και σε παρακείμενα σημεία των σταθμών του Μετρό.

Οι βασικότερες παρεμβάσεις που κόστισαν περίπου 9 εκατομμύρια ευρώ είναι οι εξής :

- ✚ Στο αμαξοστάσιο Σεπολίων διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου, με φύτευση δέντρων και θάμνων στην περιφέρεια και σε άλλα σημεία - ζώνες στα όρια του αμαξοστασίου.
- ✚ Στο Σταθμό ΑΤΤΙΚΗΣ διαμόρφωση χώρου γύρω από την είσοδο του σταθμού, με νέα πλακόστρωση και δεντροφύτευση.
- ✚ Στην Πλατεία Αττικής αναβάθμιση των χώρων της πλατείας και του χώρου πρασίνου με νέα πλακόστρωση και δεντροφύτευση.
- ✚ Στο Σταθμό ΛΑΡΙΣΗΣ, αποκατάσταση και αναβάθμιση της πλατείας, με νέα πλακόστρωση, νέο φωτισμό, νέα τοιχεία με πέτρινες επενδύσεις και νέο γήπεδο μπάσκετ.
- ✚ Στο Σταθμό ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ, στην Πλατεία Καραϊσκάκη, νέα διαμόρφωση της πλατείας και υλοποίηση νέας αρχιτεκτονικής μελέτης για την τοποθέτηση μνημείου «πεσόντος αεροπόρου».
- ✚ Στο Σταθμό ΟΜΟΝΟΙΑ αναβάθμιση του υπόγειου χώρου καταστημάτων, εγκατάσταση 16 νέων κυλιόμενων κλιμάκων, διαμόρφωση εισόδων σε ΗΣΑΠ και ΜΕΤΡΟ περιμετρικά της Πλατείας. Επίσης υλοποιήθηκε η νέα κυκλοφοριακή ρύθμιση στην ευρύτερη περιοχή.
- ✚ Στο Σταθμό ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, αποκατάσταση και αναβάθμιση του χώρου με νέα διαμόρφωση των Προπυλαίων και του πεζόδρομου Κοραή με υψηλής ποιότητας υλικά

πλακοστρώσεων και φυτεύσεις.

- ✚ Στο Σταθμό Σύνταγμα, πρωτοποριακή έκθεση αρχαιολογικών ευρημάτων επί της πλατείας. Επίσης νέα κυκλοφοριακή ρύθμιση στην ευρύτερη περιοχή (Αμαλίας, Φιλελλήνων) και εικαστικές παρεμβάσεις στο χώρο της πλατείας.
- ✚ Στη Λεωφόρο Αμαλίας, ανάδειξη σημαντικών αρχαιολογικών ευρημάτων (βαλανείο, ρωμαϊκά λουτρά).
- ✚ Στο Σταθμό ΑΚΡΟΠΟΛΗ, πεζοδρόμηση τμήματος της οδού Διάκου και νέα διαμόρφωση περιοχής εισόδων σταθμού.
- ✚ Στην οδό Πετμεζά, δημιουργία μικρού εκθεσιακού χώρου με εκθέματα των ανακαλυφθέντων αρχαιολογικών ευρημάτων. Στον Σταθμό ΣΥΓΓΡΟΥ - ΦΙΞ, στην επιφάνεια του σταθμού μετεπιβίβασης, υπόγειου χώρου στάθμευσης, η δημιουργία αφετηρίας λεωφορείων και νέου κήπου 2,5 στρεμμάτων, ειδική διαμόρφωση του χώρου πλησίον του κτιρίου ΦΙΞ και πεζοδρόμηση της οδού Δράκου.
- ✚ Στο Σταθμό ΝΕΟ ΚΟΣΜΟ, διαμόρφωση της περιοχής του σταθμού με δημιουργία ελεύθερων χώρων πρασίνου και πεζοδρόμων.
- ✚ Στο Σταθμό ΑΓΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, σημαντική παρέμβαση και πλήρης αναβάθμιση της ομώνυμης πλατείας και της γύρω περιοχής με νέα πλακόστρωση, φύτευση, φωτισμό και δημιουργία παιδικής χαράς.
- ✚ Στο Σταθμό ΔΑΦΝΗ, ιδιαίτερα σημαντική παρέμβαση στην Πλατεία Κολωκοτρώνη με νέα κυκλοφοριακή ρύθμιση που εξυπηρετεί 3 Δήμους, νέα αφετηρία λεωφορειακών γραμμών, νέα πλακόστρωση, φύτευση, φωτισμό και δημιουργία συντριβανιού και νέων ελεύθερων χώρων.
- ✚ Στο Σταθμό ΕΘΝΙΚΗ ΑΜΥΝΑ διαμόρφωση χώρου μετεπιβίβασης γύρω από τον χώρο του σταθμού με νέες αφετηρίες λεωφορείων.
- ✚ Στο Σταθμό ΚΑΤΕΧΑΚΗ, νέα διαμόρφωση γύρω από την είσοδο του σταθμού με υπαίθριο χώρο στάθμευσης και δημιουργία χώρου πρασίνου.
- ✚ Στο Σταθμό ΠΑΝΟΡΜΟΥ, αναβάθμιση πλατείας με πλακόστρωση και φύτευση.
- ✚ Στο Σταθμό ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΙ, διαμόρφωση νέων ελεύθερων χώρων με πράσινο.
- ✚ Στις περιοχές των εισόδων του σταθμού.
- ✚ Στο Σταθμό ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ, νέα διαμόρφωση πεζοδρομίων.
- ✚ Στο Σταθμό ΕΥΑΓΓΕΛΙΣΜΟΣ, σημαντική παρέμβαση στο πάρκο Ριζάρη με

δημιουργία πλατείας και πρασίνου. Επίσης διαμόρφωση πρόσβασης μέσω του πάρκου.

Στο σύνολο των σταθμών γενικά αναβαθμίστηκε ο φωτισμός και εγκαταστάθηκαν καλαίσθητοι στυλίσκοι - εμπόδια για την αποτροπή στάθμευσης στα πεζοδρόμια γύρω από τους χώρους των σταθμών. Όλες αυτές οι παρεμβάσεις αναβάθμισαν αισθητικά την εμφάνιση της πρωτεύουσας, συνέβαλλαν όμως και στην βελτίωση του περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά, η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. με τις παραπάνω ρυθμίσεις και με την υλοποίηση του Σχεδίου Μεταφορών πέτυχε τα εξής :

1. Βελτίωση των συνθηκών περιβάλλοντος στην πόλη με μείωση των αρνητικών επιπτώσεων της οδικής κυκλοφορίας.
2. Αναβάθμιση του ρόλου και της αποτελεσματικότητας των Δημοσίων Μέσων Μεταφοράς και αντιστροφή των τάσεων του παρελθόντος με αύξηση του μεριδίου των των δημοσίων μέσων στις μετακινήσεις του πληθυσμού.
3. Αναβάθμιση του επιπέδου εξυπηρέτησης όλων των χρηστών του Συστήματος Μεταφορών του Νομού Αττικής, δηλαδή τόσο των χρηστών των Δημοσίων Συγκοινωνιών, όσο των χρηστών του οδικού δικτύου.
4. Συνεργασία και συνδυασμένη λειτουργία όλων των μεταφορικών μέσων. ([www.ametro.gr/showenvirongr](http://www.ametro.gr/showenvirongr)).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 4.1. Σημασία και χρήση της κοινωνικοοικονομικής ανάλυσης

Ο σκοπός της ανάλυσης κόστους οφέλους είναι να δώσει στη διαχείριση μια λογική εικόνα των κόστων, των οφελειών και των κινδύνων συνδεδεμένα με ένα συγκεκριμένο σχέδιο ανάπτυξης ενός συστήματος, ώστε να μπορούν να συγκριθούν με άλλες επενδυτικές ευκαιρίες. Η διαδικασία απαιτεί να προσδιορίζονται και να αποτιμώνται χρηματικά όλες οι πιθανές συνέπειες, προκειμένου να καθοριστούν το κόστος και τα οφέλη του έργου. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα εξετάζονται συνολικά (καθαρά οφέλη) και εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με το εάν το έργο είναι επιθυμητό και αξίζει να υλοποιηθεί. Το κόστος και τα οφέλη πρέπει να αξιολογηθούν συγκριτικά, με την εξέταση της διαφοράς μεταξύ του σεναρίου υλοποίησης του έργου και ενός εναλλακτικού σεναρίου χωρίς το έργο.

Ο αντίκτυπος πρέπει να αξιολογηθεί σε σχέση με προκαθορισμένους στόχους. Αξιολογώντας ένα έργο βάσει μικροοικονομικών δεικτών, η κοινωνικοοικονομική ανάλυση μπορεί να αξιολογήσει τη συνοχή και την καταλληλότητά του σε σχέση με συγκεκριμένους μακροοικονομικούς στόχους. Στο πλαίσιο της περιφερειακής πολιτικής, αυτή εφαρμόζεται για την αξιολόγηση της καταλληλότητας ενός συγκεκριμένου επενδυτικού σχεδίου σε σχέση με τους στόχους της περιφερειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Το επίπεδο ανάλυσης που χρησιμοποιείται στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση πρέπει να καθορίζεται σε σχέση με την κοινωνία στην οποία το έργο έχει σχετικό αντίκτυπο. Κόστος και οφέλη μπορούν να ανακύψουν σε διάφορα γεωγραφικά επίπεδα, συνεπώς πρέπει να αποφασιστεί ποιο κόστος και ποια οφέλη θα ληφθούν υπόψη. Αυτό συνήθως εξαρτάται από το μέγεθος και το αντικείμενο του έργου. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ο αντίκτυπος σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και ακόμη και σε κοινοτικό επίπεδο.

Όταν εκτιμάται ο πιθανός αντίκτυπος ενός έργου, οι αναλυτές αντιμετωπίζουν πάντα κάποια αβεβαιότητα. Αυτό πρέπει να ληφθεί δεόντως υπόψη και να αντιμετωπιστεί στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση. Η εκτίμηση κινδύνου αποτελεί σημαντικό μέρος μιας πλήρους ανάλυσης, δεδομένου ότι επιτρέπει στον υπεύθυνο για το έργο φορέα να κατανοήσει καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο ο εκτιμώμενος αντίκτυπος ενδέχεται να αλλάξει, εάν ορισμένες

βασικές μεταβλητές του έργου διαφοροποιηθούν από τις αναμενόμενες. Μια εξονυχιστική ανάλυση κινδύνου αποτελεί τη βάση για μια καλή στρατηγική διαχείρισης του εν λόγω κινδύνου, η οποία με τη σειρά της ανατροφοδοτεί το σχεδιασμό του έργου (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008)

## **4.2. Κοινωνικοοικονομική ανάλυση επενδυτικών σχεδίων**

Η οικονομική αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου είναι σε άμεση συνάρτηση με το «χρήστη» των αποτελεσμάτων. Τρεις είναι οι διάφορες κατηγορίες χρηστών σύμφωνα με τον Torries (1998): ιδιώτες επενδυτές, πιστωτικά ιδρύματα (π.χ. τράπεζες, εταιρείες επιχειρηματικού κεφαλαίου, μη-κερδοσκοπικοί οργανισμοί, κ.ά.) και κρατικοί φορείς (σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο). Αυτοί οι φορείς εξετάζουν με διαφορετικά κριτήρια ο καθένας καθώς υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιούν και διαφορετικές προσεγγίσεις. Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, ένα επενδυτικό σχέδιο θα πρέπει να πείσει και τις τρεις αυτές κατηγορίες φορέων, καθώς – ειδικά σε μεγάλες επενδύσεις – συμμετέχουν από κοινού στη χρηματοδότησή του.

Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες μεθόδων αξιολόγησης: η χρηματοοικονομική ανάλυση (investment analysis) και η κοινωνικο-οικονομική ή απλά οικονομική ανάλυση κόστους - οφέλους (cost-benefit analysis). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η κοινωνικο-οικονομική ανάλυση διακρίνεται στην Οικονομική ανάλυση κόστους - οφέλους (economic cost-benefit analysis) και στην Κοινωνική ανάλυση κόστους - οφέλους (social cost-benefit analysis). Στην περίπτωση αυτή, η οικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους δεν εξετάζει τις εξωτερικές οικονομίες του έργου λόγω των επιπτώσεων στο περιβάλλον.

### **4.2.1. Χρηματοοικονομική ανάλυση**

Η χρηματοοικονομική ανάλυση στοχεύει στον υπολογισμό των δεικτών χρηματοοικονομικής απόδοσης ενός έργου. Επίσης στοχεύει στον υπολογισμό των ταμειακών ροών που θα προκύψουν από την υλοποίηση του υπό διερεύνηση επενδυτικού σχεδίου. Η ταμειακή ροή αποτελεί την κίνηση του χρήματος από και προς την εταιρεία που έχει αναλάβει το έργο και αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο λειτουργίας, συνήθως ετήσια. Αυτός ο κύκλος των μετρητών (εισροές / εισπράξεις και εκροές / πληρωμές) είναι που καθορίζει και

την οικονομική ευρωστία της επιχείρησης. Η ταμειακή ροή ορίζεται από τη διαφορά δύο μεγεθών: της ταμειακής εισροής και της ταμειακής εκροής. Η ανάλυση εισροών / εκροών είναι η μελέτη των ταμειακών εισροών και εκροών μιας επιχείρησης με απώτερο σκοπό τη διατήρηση επαρκούς ρευστότητας για τη λειτουργία της ([www.ubaconsultants.com](http://www.ubaconsultants.com)). Η διαφορά αυτή μπορεί να είναι θετική ή αρνητική. Επομένως, για ένα επενδυτικό σχέδιο καταστρώνεται ο πίνακας των ετήσιων ταμειακών ροών για την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης. Για την κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών είναι απαραίτητη η γνώση των κάτωθι μεγεθών:

- του συνολικού κεφαλαίου επένδυσης
- των ετήσιων δαπανών (σταθερά και αναλογικά λειτουργικά έξοδα, τόκοι, χρεολύσια, φόρος εισοδήματος, επιπρόσθετες εκταμιεύσεις κεφαλαίου, π.χ. για ανανέωση εξοπλισμού)
- των ετήσιων εσόδων
- των ετήσιων αποσβέσεων

Ο πίνακας των ταμειακών ροών ενός επενδυτικού σχεδίου έχει την ακόλουθη μορφή:

**Πίνακας 4-1.** Υπόδειγμα πίνακα ταμειακών ροών

		Έτος				
		0	1	2	...	v
1	Επενδύσεις					
2	Ετήσια Παραγωγή (μονάδες προϊόντος)					
3	Τιμή πώλησης ανά μονάδα προϊόντος					
4	Ετήσια Έσοδα (2) x (3)					
5	Κόστος ανά μονάδα προϊόντος					
6	Ετήσιο κόστος λειτουργίας (2) x (5)					
7	Ακαθάριστα κέρδη (4) – (6)					
8	Αποσβέσεις					
9	Τόκοι					
10	Φορολογητέο εισόδημα (7) - (8) - (9)					



11	Φόροι (10) x συντ. φορολόγησης					
12	Καθαρά κέρδη (10) – (11)					
13	Ταμειακή Ροή (12) + (8)					
14	Χρεολύσια					
15	Καθαρή Ταμειακή Ροή μετά φόρων (13) – (1) – (14)					
16	Καθαρή Ταμειακή Ροή προ φόρων (15) + (11)					

Η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου ορίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της ροής όλων των ετών της ζωής της επένδυσης. Δεδομένου όμως ότι οι χρηματικές ροές πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές είναι απαραίτητο πριν πραγματοποιηθεί το άθροισμα των ταμειακών ροών είναι απαραίτητο να γίνει η αναγωγή τους στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή της αξιολόγησης, ήτοι να υπολογιστεί η παρούσα αξία κάθε ταμειακής ροής με τη βοήθεια της εξίσωσης  $PA_x = X \cdot (1+\epsilon)^{-v}$  όπου X το ποσό που πρόκειται να πληρωθεί σε v έτη και ο συντελεστής  $(1+\epsilon)^{-v}$  καλείται συντελεστής προεξόφλησης και το επιτόκιο  $\epsilon$  επιτόκιο προεξόφλησης. Το επιτόκιο προεξόφλησης εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου, το οποίο είναι συνάρτηση του σχήματος της χρηματοδότησης και του κινδύνου που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

### **Τα μεγέθη του πίνακα των ταμειακών ροών**

Η κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών προϋποθέτει αρχικά την εύρεση των κεφαλαίων καθώς και ποιο θα είναι το ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο για να χαρακτηριστεί η επένδυση συμφέρουσα.

### **Απαιτούμενο κεφάλαιο επένδυσης και πηγές χρηματοδότησης**

Το συνολικό κόστος της επένδυσης για την κατασκευή του υπόγειου χώρου μπορεί να διαχωριστεί στο κεφάλαιο προ εγκατάστασης και στο κεφάλαιο εγκατάστασης της μονάδας. Το κεφάλαιο προ εγκατάστασης συνίσταται στην αγορά οικοπέδων, στις ερευνητικές δαπάνες και στις δαπάνες της απαραίτητης υποδομής π.χ. δρόμοι για την προσπέλαση της περιοχής που θα κατασκευαστεί το έργο. Το κεφάλαιο εγκατάστασης περιλαμβάνει τα υπόγεια

προσπελαστικά έργα, την αγορά του εξοπλισμού, την κατασκευή του χώρου, την κατασκευή κύριων και βοηθητικών εγκαταστάσεων, τα συστήματα ασφάλειας, κ.λπ.

Επιπλέον, στο κόστος αυτό θα πρέπει να προστίθεται ένα επιπλέον κεφάλαιο, το κεφάλαιο κίνησης, το οποίο αφορά στο κόστος κάλυψης των λειτουργικών δαπανών της επιχείρησης συνήθως για ένα χρονικό διάστημα 3 – 6 μηνών μέχρις ότου αρχίσουν οι εισπράξεις.

Οι πηγές προέλευσης των απαιτούμενων κεφαλαίων διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- ✚ Ίδια κεφάλαια (μετοχικό κεφάλαιο, αδιανέμητα κέρδη, κ.λπ.).
- ✚ Δανειακά κεφάλαια (τραπεζικά ή ομολογιακά).
- ✚ Επιδότησεις, οι οποίες χορηγούνται κυρίως από το Κράτος, χωρίς να υπάρχει υποχρέωση επιστροφής αυτών ή πληρωμής αναλογούντων τόκων.

Η σύνθεση του χρηματοδοτικού σχήματος έχει ιδιαίτερη σημασία ως προς την επιλογή του επιτοκίου προεξόφλησης, καθώς το τελευταίο καθορίζει το κόστος χρήσης του κεφαλαίου. Εάν πρόκειται για δανειακά κεφάλαια, τότε το κόστος χρήσης του κεφαλαίου αποτελείται από τους τόκους, οι οποίοι εξαρτώνται από το ύψος του δανείου και το επιτόκιο δανεισμού. Όμως, ακόμη και για ίδια κεφάλαια υπάρχει κόστος χρήσης. Το κόστος αυτό ισούται με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου, δηλαδή το κέρδος που θα πραγματοποιούσε η επιχείρηση αν αξιοποιούσε τα κεφάλαια αυτά σε μια άλλη επένδυση. Έτσι, το κόστος κεφαλαίου μιας επένδυσης συνίσταται στο κόστος των ιδίων κεφαλαίων και στο κόστος των δανειακών.

### **Επιλογή επιτοκίου προεξόφλησης**

Ο προσδιορισμός του επιτοκίου προεξόφλησης (δηλαδή της ελάχιστης αποδεκτής απόδοσης) εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου και από τον επιχειρηματικό κίνδυνο που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση. Έτσι, το απαιτούμενο επιτόκιο προεξόφλησης αντανακλά το κόστος μιας ασφαλούς επένδυσης προσαναυξημένο κατά έναν αποδεκτό συντελεστή ασφάλειας, ο οποίος επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων. Συχνά, το απαιτούμενο επιτόκιο προεξόφλησης στηρίζεται σε υποκειμενική κρίση, με βάση την εμπειρία του επενδυτή. Έχουν όμως αναπτυχθεί και ποσοτικές μέθοδοι, οι οποίες βασίζονται στη θεωρία χαρτοφυλακίου. Ακολούθως δίνονται ορισμένες ποσοτικές μέθοδοι προσδιορισμού του κόστους κεφαλαίου από ομολογιακά δάνεια και ίδια (μετοχικά) κεφάλαια.

**α. Ομολογιακά δάνεια**

Μια επιχείρηση μπορεί να εκδώσει ομόλογα προκειμένου να προσελκύσει νέους επενδυτές. Τα ομόλογα αυτά διατίθενται στην ονομαστική τους τιμή και το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται από την απόδοση που επιδιώκει ο επενδυτής. Έτσι, το κόστος κεφαλαίου προ φόρων για την επιχείρηση ισούται με την απόδοση που επιδιώκει ο επενδυτής. Δεδομένου όμως ότι η επιστροφή των τόκων στους επενδυτές εκπίπτει από το φορολογικό εισόδημα το κόστος κεφαλαίου μετά φόρων ισούται με το επιτόκιο προ φόρων επί 1 μείον το συντελεστή φορολογίας.

**β. Κόστος μετοχικών κεφαλαίων**

Όπως και στην περίπτωση του κόστους των ομολόγων έτσι και στην περίπτωση των μετοχικών κεφαλαίων το κόστος ισούται με την αναμενόμενη από τους κατόχους των μετοχών απόδοση. Η αύξηση του μετοχικού κεφαλαίου επιτυγχάνεται με δύο τρόπους: (i) εσωτερικά, από τα αδιάθετα κέρδη και (ii) εξωτερικά, δηλ. από τη διάθεση νέων μετοχών.

Η εκτίμηση του κόστους της εσωτερικής αύξησης κεφαλαίου επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους, όπως: το μοντέλο αποτίμησης του μερίσματος (Dividend Valuation Model) και το μοντέλο αποτίμησης κεφαλαιακών στοιχείων (Capital Asset Pricing Model). Συχνά, οι επιχειρήσεις εξασφαλίζουν χρήματα για νέες επενδύσεις μέσα από έναν συνδυασμό ιδίων και δανειακών κεφαλαίων. Σε αυτές τις περιπτώσεις το κόστος του κεφαλαίου υπολογίζεται ως σταθμισμένο κόστος.

**Αποσβέσεις**

Οι αποσβέσεις είναι η λογιστική διαπίστωση της ζημιάς που προκαλείται στην αξία του ενεργητικού με την χρήση ή με την πάροδο του χρόνου. Η πρακτική των αποσβέσεων συνίσταται στην αφαίρεση ενός συγκεκριμένου ποσού από τα ακαθάριστα κέρδη σε ετήσια βάση, μέχρις ότου το άθροισμα των ετήσιων αποσβέσεων να γίνει ίσο με την αξία αγοράς των πάγιων στοιχείων. Η απόσβεση δεν αποτελεί ταμειακή ροή και για το λόγο αυτόν κατά την κατάστρωση του πίνακα των ταμειακών ροών δεν συμπεριλαμβάνεται στις δαπάνες λειτουργίας. Σημειώνεται πάντως πως όταν επιχειρείται η κοστολόγηση επιμέρους εργασιών της παραγωγικής διαδικασίας ή η ανάλυση επιχειρηματικών αποφάσεων (π.χ. για αγορά ή

ενοικίαση εξοπλισμού) με μεθόδους όπως η ανάλυση νεκρού σημείου, η επιβάρυνση του λειτουργικού κόστους εξαιτίας των αποσβέσεων πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Ο τρόπος υπολογισμού της απόσβεσης επηρεάζει τα καθαρά κέρδη κι επομένως την απόδοση της επένδυσης. Για το λόγο αυτό κατά την αξιολόγηση επενδυτικών στοιχείων είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται η μέθοδος απόσβεσης που προβλέπεται από το ισχύον φορολογικό καθεστώς.

### **Φόροι**

Οι φόροι που πληρώνονται από μια επιχείρηση αποτελούν μια εκροή, η οποία υπάρχει μόνο όταν σε περίπτωση κερδοφορίας. Οι φόροι αντιστοιχούν σε ένα ποσοστό επί των κερδών της επιχείρησης, το ύψος του οποίου καθορίζεται από την αντίστοιχη νομοθεσία. Επειδή ο τρόπος υπολογισμού των φόρων επιδρά σημαντικά στην αποδοτικότητα της επένδυσης, κατά την αξιολόγηση επενδυτικών σχεδίων θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι σχετικές φορολογικές διατάξεις.

### **Τόκοι και χρεολύσια**

Οι τόκοι αναφέρονται στο κόστος του δανειακού κεφαλαίου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο κι εξαρτώνται από το ύψος του δανείου, το επιτόκιο δανεισμού, τον χρόνο εξόφλησης του δανείου και την περίοδο χάριτος (δηλ. το χρονικό διάστημα που δεν υπάρχει υποχρέωση καταβολής χρεολυτικών δόσεων). Τα χρεολύσια αναφέρονται στην ετήσια δόση αποπληρωμής του ποσού του δανείου.

### **Ετήσια έσοδα**

Τα έσοδα ισούνται γενικά με το γινόμενο της τιμής πώλησης του προϊόντος επί την αντίστοιχη ετήσια παραγωγή. Έτσι, στην περίπτωση ενός υπόγειου λατομείου τα ετήσια έσοδα ισούνται με την ετήσια παραγωγή των αδρανών επί την τιμή πώλησης αυτών, ενώ στην περίπτωση ενός υπόγειου αποθηκευτικού χώρου με το γινόμενο της ενοικιαζόμενης επιφάνειας επί τον αντίστοιχο μίσθωμα.

Το πρόβλημα της εκτίμησης των ετήσιων εσόδων είναι ένα αντικείμενο με ιδιαίτερες απαιτήσεις, καθώς προϋποθέτει τόσο την εκτίμηση της τιμής πώλησης όσο και του ρυθμού

παραγωγής. Οι διακυμάνσεις στην τιμή του προϊόντος για τις υπό εξέταση επενδύσεις είναι συνήθως μικρές. Το πρόβλημα αφορά κυρίως σε:

(α) σφάλματα εκτίμησης του ρυθμού παραγωγής (π.χ. εσφαλμένη εκτίμηση της απόδοσης προσωπικού και εξοπλισμού, ανεπαρκής διοίκηση, κακή συντήρηση και διακοπές στη διαδικασία, διαφορετικές συνθήκες περιβάλλοντος, κ.λπ.).

(β) σφάλματα εκτίμησης του όγκου των πωλήσεων (προϊόντων ή υπηρεσιών) εξαιτίας μεταβολών στην αγορά, ανεπαρκή έρευνα αγοράς αναφορικά με τους πελάτες και τον ανταγωνισμό, κακή εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης, κ.λπ. (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

### **Ετήσιο κόστος λειτουργίας**

Το κόστος λειτουργίας καλύπτει όλη τη διαδικασία παραγωγής, σε σχέση με το είδος του παραγόμενου προϊόντος ή υπηρεσιών, καθώς και τα γενικά έξοδα διάθεσης, οι προμήθειες ή τα μεταλλευτικά δικαιώματα (εάν υπάρχουν). Αφετηρία υπολογισμού του κόστους λειτουργίας αποτελεί το σχέδιο εργασιών στον υπόγειο χώρο, με τη βοήθεια του οποίου καταρτίζονται οι πίνακες των μηχανημάτων και του προσωπικού. Στους πίνακες του εξοπλισμού σημειώνονται στοιχεία αναφορικά με το είδος των μηχανημάτων, την ισχύ τους, την παραγωγικότητά τους, τις ώρες λειτουργίας, κ.λπ. Στους πίνακες προσωπικού καταγράφονται οι ειδικότητες, οι μισθοί, οι βάρδιες, κ.ά. Επίσης, καταγράφονται στοιχεία για τα γενικά έξοδα (π.χ. καταναλώσεις ενέργειας).

Συχνά, το λειτουργικό κόστος εκφράζεται σε χρηματικές μονάδες ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος (π.χ. Euro/tn ή Euro/m<sup>2</sup> ενοικιαζόμενου χώρου). Η πρακτική αυτή μολονότι είναι εύχρηστη θα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή για την αποφυγή σφαλμάτων ειδικά, όταν χρησιμοποιούνται πληθωριστικές τιμές με διαφορετικό ρυθμό αύξησης ανά κατηγορία δαπάνης (π.χ. προσωπικό, καύσιμα). Πάντως, τα περισσότερα σφάλματα κατά την κοστολόγηση οφείλονται σε:

- παραδοχές σχετικά με την απόδοση του σχεδίου εξόρυξης (διαφορετική σκληρότητα από την προβλεπόμενη, απόδοση προσωπικού, αναποτελεσματική επίβλεψη και διοίκηση του έργου,
- παραλήψεις κατά τον υπολογισμό των γενικών εξόδων
- λανθασμένες εκτιμήσεις για το κόστος ανταλλακτικών και συντήρησης των μηχανημάτων.

### Κριτήρια αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων

Τα δυο βασικά κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων είναι :

1. Καθαρά Παρούσα Αξία(Net Present Value – NPV)
2. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης Κεφαλαίου (Internal Rate of Return – IRR)

1. **Η Καθαρά Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)** ορίζεται ως η διαφορά της παρούσας αξίας των ετήσιων εισοδημάτων μείον την παρούσα αξία των ετήσιων εξόδων, συμπεριλαμβανομένων των επενδύσεων. Όταν έχει καταστρωθεί ο πίνακας των ταμειακών ροών, η ΚΠΑ υπολογίζεται ως η διαφορά των χρηματικών εισροών (καθαρών ταμειακών ροών μετά φόρων) μείον το κόστος των επενδύσεων, όπως, δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$ΚΠΑ = \sum_{\tau=1}^v \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1+\varepsilon)^{\tau}} - E_0$$

όπου: ΚΠΑ = η Καθαρά Παρούσα Αξία του σχεδίου

$ΚΤΡ_{\tau}$  = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$\varepsilon$  = το επιτόκιο προεξόφλησης

2. Όταν το επιτόκιο προεξόφλησης για μια συγκεκριμένη χρηματοροή αυξάνει, η Καθαρά Παρούσα Αξία της χρηματοροής μειώνεται. Ο **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)** του κεφαλαίου μπορεί να οριστεί ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει τη χρηματοροή, δηλαδή εκείνο το επιτόκιο που εξισώνει την αρχική επένδυση με την αξία όλων των μελλοντικών ταμιακών ροών. Δεν πρέπει να μπερδεύουμε το επιτόκιο από τον ΕΒΑ με το επιτόκιο προεξόφλησης, αφού ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του πίνακα των ταμειακών ροών, ενώ το επιτόκιο προεξόφλησης καθορίζεται

εξωγενώς από τον επενδυτικό φορέα και εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου, το οποίο είναι συνάρτηση του σχήματος της χρηματοδότησης και του κινδύνου που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση.

**Ο τύπος που δίνει τον ΕΒΑ είναι ο εξής:**

$$ΚΠΑ = 0 = \sum_{\tau=1}^v \frac{ΚΤΡ_{\tau}}{(1+ΕΒΑ)^{\tau}} - E_0$$

όπου:  $ΚΤΡ_{\tau}$  = η Καθαρή Ταμειακή Ροή το έτος  $\tau$

$E_0$  = η αρχική επένδυση το χρόνο  $\tau=0$

$v$  = η διάρκεια ζωής του επενδυτικού σχεδίου

$ΕΒΑ$  = το επιτόκιο προεξόφλησης που καθιστά την  $ΚΠΑ = 0$

Η ταμειακή ροή του επενδυτικού σχεδίου ορίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα της ροής όλων των ετών της ζωής της επένδυσης. Δεδομένου όμως ότι οι χρηματικές ροές πραγματοποιούνται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές είναι απαραίτητο πριν πραγματοποιηθεί το άθροισμα των ταμειακών ροών να γίνει η αναγωγή τους στην συγκεκριμένη χρονική στιγμή της αξιολόγησης, δηλαδή να υπολογιστεί η παρούσα αξία κάθε ταμειακής ροής. Το επιτόκιο προεξόφλησης εξαρτάται από το κόστος κεφαλαίου, το οποίο είναι συνάρτηση του σχήματος της χρηματοδότησης και του κινδύνου που ενέχει η συγκεκριμένη επένδυση (Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008).

#### **Ενσωμάτωση του κινδύνου στην ανάλυση επενδυτικών σχεδίων**

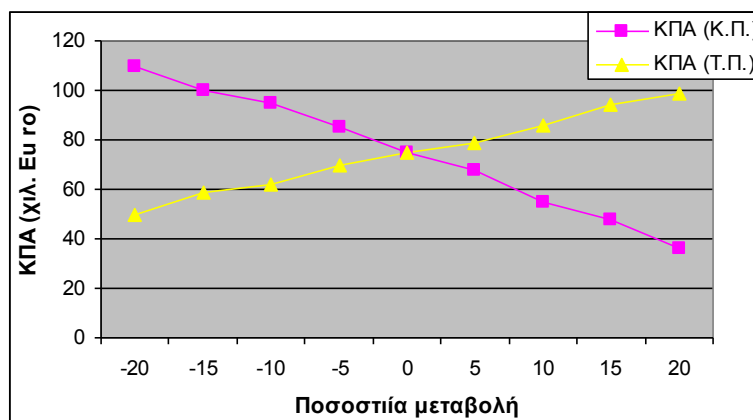
Για τη μείωση των σφαλμάτων κατά τους υπολογισμούς, τη διαχείριση της αβεβαιότητας των τιμών των μεταβλητών εισόδου και τη βελτίωση της αξιοπιστίας των χρησιμοποιούμενων κριτηρίων, εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές, οι οποίες διευκολύνουν σημαντικά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Οι τεχνικές αυτές είναι: η ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis), η πιθανολογική ανάλυση (Probabilistic analysis) και η ανάλυση νεκρού σημείου (Break-even analysis).

### Ανάλυση ευαισθησίας

Σύμφωνα με τη διαδικασία που ακολουθείται από τη συγκεκριμένη μέθοδο, αρχικά υπολογίζεται το αποτέλεσμα (απόδοση) μιας επένδυσης με συγκεκριμένες τιμές στις βασικές μεταβλητές (π.χ. τιμή και μονάδες πώλησης, επιτόκιο προεξόφλησης, ύψος ετήσιων δαπανών, κ.λπ.). Στη συνέχεια, μεταβάλλεται η τιμή μιας μεταβλητής κατά διάφορα ποσοστά, διατηρώντας τις τιμές των υπολοίπων αμετάβλητες, και μετράται η μεταβολή του αποτελέσματος. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για καθεμία από τις βασικές μεταβλητές και υπολογίζονται οι επιπτώσεις στο αποτέλεσμα της επένδυσης. Ως παραλλαγή της μεθόδου μπορεί να εξεταστεί και η περίπτωση της ταυτόχρονης μεταβολής δύο ή περισσότερων εκ των βασικών μεταβλητών.

Ο αντικειμενικός σκοπός της ανάλυσης ευαισθησίας είναι ο προσδιορισμός των πλέον κρίσιμων για την απόδοση της επένδυσης μεταβλητών. Συχνά, η ανάλυση ευαισθησίας χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις τιμές συγκεκριμένων μεταβλητών (π.χ. τιμή πώλησης του τελικού προϊόντος), οι οποίες αντιστρέφουν το τελικό αποτέλεσμα (δηλ. καθιστούν μια επένδυση απορριπτή).

Ένα απλό εργαλείο για την εφαρμογή της ανάλυσης ευαισθησίας είναι το επονομαζόμενο «αραχνοειδές διάγραμμα» (spider diagram).



**Σχήμα 12:** Αραχνοειδές διάγραμμα με βάση την ΚΠΑ, την τιμή πώλησης (Τ.Μ.) και το κόστος παραγωγής (Κ.Π.) (πηγή: Καλιαμπάκος και Δαμίγος, 2008)



Στο Σχήμα 12 παρουσιάζεται η μεταβολή στην ΚΠΑ εξαιτίας της μεταβολής της τιμής πώλησης και του κόστους παραγωγής. Το αραχνοειδές διάγραμμα κατασκευάζεται για να εξεταστεί το αποτέλεσμα της επένδυσης ως προς την ΚΠΑ ή την ΕΑΚ λόγω της μεταβολής μιας ή περισσότερων βασικών μεταβλητών.

### **Ανάλυση νεκρού σημείου**

Η ανάλυση νεκρού σημείου είναι μια τεχνική με αρκετές εφαρμογές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει δύο εναλλακτικά σχέδια για την κατασκευαστική επένδυση μιας παραγωγικής μονάδας ως προς τη δυναμικότητα αυτής π.χ. πλήρης δυναμικότητα εξαρχής ή μετά την πάροδο  $n$  ετών. Μπορεί να εφαρμοστεί για τη συγκριτική αξιολόγηση διαφόρων εναλλακτικών σχεδίων ως προς ορισμένα κρίσιμα μεγέθη (π.χ. αρχική επένδυση) ή για τον προσδιορισμό του απαιτούμενου ύψους παραγωγής ή των μονάδων που πρέπει να πωληθούν ώστε η μονάδα παραγωγής να λειτουργεί χωρίς ζημίες (δηλ. συνολικά έσοδα = συνολικές δαπάνες).

#### **4.2.2. Κοινωνικο – οικονομική ανάλυση κόστους – οφέλους**

Ο όρος “ανάλυση κόστους-οφέλους” όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω, αναφέρεται, γενικά, σε ένα ευρύ πεδίο μεθόδων εκτίμησης, που επιδιώκουν να αποδώσουν οικονομική διάσταση στο κόστος και στα οφέλη ενός σχεδίου ή μιας πολιτικής. Από τη μια πλευρά υπάρχουν οι μέθοδοι μερικής προσέγγισης (partial approach methods) όπως της οικονομικής εκτίμησης (financial appraisal), της ελαχιστοποίησης του κόστους (cost-minimization), του κόστους-αποτελεσματικότητας (cost-effectiveness), οι οποίες εξετάζουν μόνο ένα μέρος από το σύνολο των επιπτώσεων ενός έργου. Από την άλλη πλευρά, υπάρχει η ολοκληρωμένη προσέγγιση, στην οποία αναφέρεται κύρια ο όρος ανάλυσης κόστους – οφέλους (cost-benefit analysis CBA). Λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους του έργου (τεχνικές, περιβαλλοντικές, κοινωνικές) σε βραχυ-, μεσο- και μακροπρόθεσμο χρονικό εύρος. Τα γενικά στάδια της μεθοδολογίας αφορούν στον καθορισμό του σχεδίου, στην καταγραφή των παραμέτρων κόστους και οφέλους για όλες τις παραμέτρους του έργου, στην προεξόφληση των ταμειακών ροών και στην παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Στις δεκαετίες 1960-1970, οι αναλύσεις κόστους - οφέλους δεν περιελάμβαναν περιβαλλοντικά μεγέθη, παρά μόνο κατασκευαστικά. Όταν, όμως, στη δεκαετία του '80, το ενδιαφέρον για το περιβάλλον αυξήθηκε, η αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων άρχισε να αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα των μελετών. Χαρακτηριστικά, το Βρετανικό Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδύσεων στο Δημόσιο Τομέα ανέφερε το 1984:

“...Πολλά κόστη και οφέλη μετρούνται απευθείας σε χρηματικούς όρους· για παράδειγμα, οι οικονομίες από την κατανάλωση πρώτων υλών και οι πωλήσεις προϊόντων. Όπου δεν μπορεί να γίνει αυτό (για παράδειγμα για εξοικονόμηση χρόνου ταξιδιού, για θόρυβο και άλλες μορφές ρύπανσης, και για αρκετούς τεχνοκρατικούς ή πολιτικούς παράγοντες) τα κόστη και τα οφέλη μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να αποκτήσουν αξία, συχνά από την ανάλυση της ανθρώπινης συμπεριφοράς και τη δήλωση των προτιμήσεων τους. Αυτές οι αποδιδόμενες αξίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην αξιολόγηση σαν να ήταν πραγματικές χρηματοροές. Άλλοι παράγοντες που δεν μπορούν να αποτιμηθούν, πρέπει να αναφέρονται και να ποσοτικοποιούνται κατά το δυνατόν, ώστε να είναι προφανές ότι πρέπει να ληφθούν υπόψη ως επιπλέον δεδομένα... Η οικονομική εκτίμηση πρέπει ορισμένες φορές να λαμβάνει υπόψη της την τιμή που προσδίδουν σήμερα οι άνθρωποι στην πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν υπηρεσίες ή να επισκεφτούν όμορφες περιοχές, έστω και αν δεν χρησιμοποιούν την υπηρεσία ή δεν επισκέπτονται την περιοχή.”

Η ανάλυση κόστους – οφέλους δεν διαφοροποιείται τεχνικά από την αξιολόγηση των επενδυτικών σχεδίων. Η ουσιαστική διαφοροποίηση έγκειται στον προσδιορισμό της οικονομικής αξίας των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου με τη βοήθεια των μεθόδων της περιβαλλοντικής οικονομίας. Η διαδικασία της αξιολόγησης του σχεδίου από αυτή τη σφαιρική οπτική γωνία είναι σημαντική για διάφορους λόγους. Πρώτον, γίνεται σαφές ότι το περιβάλλον δεν είναι ένα ανεξάντλητο και ελεύθερο αγαθό, ακόμη και αν δεν υπάρχουν καλώς καθορισμένοι μηχανισμοί αγοράς. Ειδικά για δραστηριότητες με σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, η οικονομική αποτίμηση των επιπτώσεων αυτών υποδεικνύει και τον πεπερασμένο χαρακτήρα της διαθεσιμότητας του περιβάλλοντος. Δεύτερον, οι διάφορες οχλούσες δραστηριότητες αξιολογούνται από μια καλύτερη οπτική γωνία όταν λαμβάνονται υπόψη όλες οι παράμετροι του προβλήματος και, τελικά, λαμβάνονται πιο ορθές και δίκαιες για το κοινωνικό σύνολο αποφάσεις. Τρίτον, όταν απαιτείται η αποκατάσταση ενός διαταραγμένου

περιβάλλοντος ή μετεγκατάσταση μίας δραστηριότητας, με τη βοήθεια της περιβαλλοντικής οικονομίας μπορεί να εκτιμηθεί ένας αποδεκτός προϋπολογισμός για το σχέδιο. Τέταρτον, η οικονομική αποτίμηση του περιβάλλοντος απελευθερώνει τον αριθμό δεδομένων, που μέχρι πρόσφατα περιγράφονταν με ποιοτικό τρόπο (π.χ. διατάραξη ενός τοπίου, καταστροφή ενός υδροφορέα, κ.λπ.). Πέμπτον, προσφέρει μια ρεαλιστική εικόνα για τα οικονομικά μεγέθη που προκύπτουν από την υλοποίηση ενός σχεδίου, σε τοπικό, εθνικό ή ακόμη και σε διεθνές επίπεδο.

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον τόσο από την πλευρά της Πολιτείας όσο και από την πλευρά του κοινωνικού συνόλου, για την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ιδιωτικών και των κοινωνικών σχεδίων στη διαδικασία της οικονομικής αξιολόγησης των επενδύσεων. Ειδικά για τα υπόγεια έργα, η εισαγωγή της περιβαλλοντικής διάστασης στο επενδυτικό σχέδιο αναμένεται να προσδώσει ένα σημαντικό προβάδισμα έναντι των αντίστοιχων επιφανειακών εγκαταστάσεων. Η ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων των σχεδίων προϋποθέτει την κοστολόγησή τους. Προς την κατεύθυνση αυτή απαντώνται σημαντικές δυσκολίες καθώς τα περιβαλλοντικά αγαθά (π.χ. καθαρός αέρας, όμορφο τοπίο, κ.ά.) και οι υπηρεσίες που προσφέρει το φυσικό περιβάλλον (π.χ. αναψυχή) δεν αποτελούν οικονομικά αγαθά, δεν συμμετέχουν τις περισσότερες φορές σε πραγματικές αγορές και κατά συνέπεια δεν έχουν συγκεκριμένη τιμή. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιούνται σήμερα διάφορες μέθοδοι. Οι πλέον σύγχρονες, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη την αξία χρήσης και μη-χρήσης του οικοσυστήματος, προέρχονται από τον επιστημονικό κλάδο της περιβαλλοντικής οικονομίας.

#### **4.3. Λόγοι που απαιτούν την ανάλυση κόστους – οφέλους (ΑΚΟ) στα μεγάλα έργα**

Σύμφωνα με το άρθρο 40 στοιχείο ε) του κανονισμού 1083/2006 προβλέπει ότι τα κράτη μέλη (ή η διαχειριστική αρχή) υποβάλλουν στην Επιτροπή ανάλυση κόστους – οφέλους για τα μεγάλα έργα. Τα κράτη μέλη δηλαδή υποχρεούνται να υποβάλουν ΑΚΟ στις υπηρεσίες της Επιτροπής για τα μεγάλα έργα προκειμένου να αποδείξουν ότι, στο πλαίσιο των στόχων της περιφερειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το έργο είναι επιθυμητό από οικονομικής πλευράς ( $TKOA > 0$ ) και ότι χρειάζεται τη χρηματοδότηση των Ταμείων για να είναι χρηματοοικονομικά βιώσιμο ( $TKXA/\Sigma < 0$ )

Οι δύο λόγοι είναι οι ακόλουθοι:

**1) Αξιολόγηση του εάν το έργο αξίζει να συγχρηματοδοτηθεί**

Θα πρέπει να συμβάλλει το έργο στους στόχους της περιφερειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθώς και να ενισχύει την ανάπτυξη και να προωθεί την απασχόληση. Για να ελεγχθούν αυτοί οι παράγοντες, απαιτείται η διεξαγωγή οικονομικής ανάλυσης και η εξέταση των συνεπειών στους οικονομικούς δείκτες που εκτιμώνται από την κοινωνικοοικονομική ανάλυση. Ένας απλός κανόνας είναι ο ακόλουθος: εάν η τρέχουσα καθαρή οικονομική αξία (ΤΚΟΑ) του έργου είναι θετική, τότε η κοινωνία (περιφέρεια/χώρα) επωφελείται από το έργο, επειδή τα οφέλη του υπερβαίνουν το κόστος. Συνεπώς, το έργο πρέπει να λάβει ενίσχυση από τα Ταμεία και να συγχρηματοδοτηθεί, εφόσον χρειάζεται.

**2) Αξιολόγηση του εάν το σχέδιο χρειάζεται συγχρηματοδότηση**

Το γεγονός ότι ένα έργο συμβάλλει θετικά στους στόχους της περιφερειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν σημαίνει αναγκαστικά ότι πρέπει να συγχρηματοδοτηθεί από τα Ταμεία. Εκτός από το να είναι επιθυμητό από οικονομικής πλευράς όπως έχει αναφερθεί παραπάνω, ένα έργο μπορεί επίσης να είναι χρηματοοικονομικά αποδοτικό, οπότε δεν πρέπει να συγχρηματοδοτηθεί από τα Ταμεία. Προκειμένου να καθοριστεί εάν ένα έργο χρειάζεται συγχρηματοδότηση απαιτείται χρηματοοικονομική ανάλυση: εάν η τρέχουσα καθαρή χρηματοοικονομική αξία της επένδυσης χωρίς τη συμβολή των Ταμείων (ΤΚΧΑ/Σ) είναι αρνητική, τότε το έργο μπορεί να συγχρηματοδοτηθεί· η επιχορήγηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να μην υπερβαίνει το χρηματικό ποσό που επιτρέπει στο έργο να επιτύχει τη χρηματοοικονομική ισορροπία, έτσι ώστε να αποφευχθεί η υπέρμετρη χρηματοδότηση (περίπτωση μετρό Αθήνας) ([www.docs.uoa.gr](http://www.docs.uoa.gr)).

**4.4. Η έννοια της ολικής οικονομικής αξίας ενός περιβαλλοντικού αγαθού**

Το οικονομικό μέγεθος της μεταβολής της κοινωνικής ευημερίας εξαιτίας μιας αλλαγής στην ποιότητα του περιβάλλοντος καλείται Ολική Οικονομική Αξία της περιβαλλοντικής

μεταβολής (Total Economic Value) (Δαμίγος, 2001). Η αξία αυτή είναι ανάλογη της των υπηρεσιών που παρέχει το περιβαλλοντικό αγαθό και μπορεί να διακριθεί στην Αξία χρήσης και Αξία μη-χρήσης. Οι δύο αυτοί όροι δίνονται αναλυτικότερα παρακάτω:

**Αξία χρήσης (Use value)** ενός περιβαλλοντικού αγαθού καλείται η οικονομική αξία, που προκύπτει από την πραγματική χρήση του αγαθού, όπως για παράδειγμα η επίσκεψη σε ένα πάρκο, τα έσοδα από την υλοτόμηση ενός δάσους κ.λπ. Στην αξία αυτή συμπεριλαμβάνεται επίσης και η **Αξία επιλογής (Option Value)**, η οποία εκφράζει την προθυμία του ατόμου ή του νοικοκυριού να διαθέσει ένα χρηματικό ποσό για να διατηρήσει ένα περιβαλλοντικό αγαθό, για το ενδεχόμενο μιας μελλοντικής χρήσης του.

Ο προσδιορισμός μόνο του συγκεκριμένου τύπου αξίας, μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση της αξίας του περιβαλλοντικού αγαθού (Pearce and Turner, 1990; Turner et al, 1994; Coller and Harrison, 1995), καθώς ορισμένα άτομα ή νοικοκυριά μπορεί να αντλούν ευχαρίστηση ή να απολαμβάνουν υπηρεσίες από κάποιο αγαθό, χωρίς να το χρησιμοποιούν άμεσα, όπως συμβαίνει με τα σημαντικά οικοσυστήματα, π.χ. το δάσος του Αμαζονίου. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην εισαγωγή ενός νέου όρου, γνωστού ως «αξία μη χρήσης».

**Αξία μη-χρήσης (non-use value)** ενός περιβαλλοντικού αγαθού καλείται το οικονομικό μέγεθος, το οποίο περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες αξιών (Coller and Harrison, 1995):

- **Αξία κληροδοτήματος (Bequest value):** Εκφράζει την προθυμία του ατόμου να καταβάλλει ένα χρηματικό ποσό, προκειμένου να διατηρήσει ένα αγαθό προς όφελος των μελλοντικών γενεών.
- **Αξία ύπαρξης (Existence value):** Εκφράζει το ποσό, που προτίθεται να καταβάλλει κάποιος, προκειμένου να προστατεύσει απλώς ένα περιβαλλοντικό αγαθό, χωρίς να προσβλέπει στη χρησιμοποίησή του. Οι Boyle and Bishop (1985) όπως, επίσης, οι Pearce and Turner (1990) συμπεριλαμβάνουν στην αξία ύπαρξης, την αξία κληροδοτήματος.

Επομένως, η ολική οικονομική αξία (Total Economic Value) ενός περιβαλλοντικού αγαθού, ορίζεται ως εξής:

$$\text{Ολική οικονομική αξία} = \text{“αξία χρήσης”} + \text{“αξία μη χρήσης”} = \\ \text{“αξία χρήσης”} + \text{“αξία επιλογής”} + \text{“αξία κληροδοτήματος”} + \text{“αξία ύπαρξης”}$$

#### **4.5. Προσδιορισμός και εκτίμηση των εξωτερικών οικονομιών**

(Η παρούσα παράγραφος βασίστηκε στη διδακτορική διατριβή του κ. Δαμίγου Δημήτρη, Επίκουρο Καθηγητή Ε.Μ.Π., με τίτλο «Η οικονομική σημασία της αποκατάστασης μεταλλευτικών-λατομικών χώρων. Η περίπτωση των ανενεργών μεταλλείων-λατομείων Αττικής».)

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες μεθόδων αποτίμησης του περιβάλλοντος. Αυτές που εκτιμούν ένα περιβαλλοντικό αγαθό κάνοντας χρήση μιας καμπύλης ζήτησης και αυτές που συγκρίνουν δαπάνες ή έσοδα άλλων οικονομικών αγαθών προκειμένου να αποδώσουν μια αξία (π.χ. κόστος αποκατάστασης μιας ζημιάς, κόστος από την εφαρμογή μέτρων αποφυγής μιας περιβαλλοντικής επίπτωσης, όπως η τοποθέτηση ηχομονωτικών παραθύρων για το θόρυβο κ.ά.). Οι τελευταίες δεν προσφέρουν μια πραγματική εκτίμηση της περιβαλλοντικής αξίας παρόλα αυτά όμως, παρέχουν χρήσιμα δεδομένα, σε αρκετές περιπτώσεις.

Η αποτίμηση του κόστους ή του οφέλους μιας περιβαλλοντικής μεταβολής με βάση την καμπύλη ζήτησης για το συγκεκριμένο αγαθό, μπορεί να παράσχει ένα μέτρο της πραγματικής του αξίας. Για το σκοπό αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσες και έμμεσες μέθοδοι, οι σημαντικότερες εκ των οποίων είναι (Turner et al, 1994; Collier & Harrison, 1995; Navrud & Pruckner, 1997 κ.ά.):

- Η Ανάλυση Κόστους Ταξιδιού (Travel Cost Method – TCM).
- Η Ανάλυση Αγορών Ωφέλιμων Χαρακτηριστικών (Hedonic Pricing Method – HPM).
- Η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method – CVM).

Οι δύο πρώτες μέθοδοι κατατάσσονται στις μεθόδους αποκαλυπτόμενης προτίμησης (έμμεσες τεχνικές) ενώ η τελευταία στις μεθόδους δηλωμένης ή εκφρασμένης προτίμησης (άμεση τεχνική) (Navrud & Pruckner, 1997).

##### **4.5.1. Μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους (Benefit Transfer)**

Ως Μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους καλείται η διαδικασία μεταφοράς υφιστάμενων δεδομένων περιβαλλοντικής αποτίμησης για δεδομένο πρόβλημα, από μια περιοχή με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε μια άλλη με παρόμοια χαρακτηριστικά (Rosenberg & Loomis, 2001). Η

μέθοδος αυτή αποτελεί μια διεθνώς αναγνωρισμένη πρακτική για την αξιολόγηση των οικονομικών επιπτώσεων διαφόρων περιβαλλοντικών δράσεων, όταν δεν είναι εφικτή η διενέργεια πρωτογενούς έρευνας για τους παρακάτω λόγους:

- ✓ Περιορισμούς στο κόστος της έρευνας.
- ✓ Περιορισμούς στο χρόνο υλοποίησης.

Σε κάθε περίπτωση η πρωτογενής έρευνα αποτελεί την «πρώτη καλύτερη (first-best)» επιλογή. Όταν, για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω, αυτή δεν είναι εφικτή, τότε η Μέθοδος Μεταφοράς Οφέλους αποτελεί τη «δεύτερη καλύτερη (second-best)» επιλογή και μπορεί να συμβάλει θετικά σε ορθότερη λήψη αποφάσεων. Πρέπει να τονιστεί ότι η μη εκτίμηση του οικονομικού μεγέθους των επιπτώσεων μιας δράσης αποτελεί πάντοτε τη χειρότερη λύση, καθώς το εύρος τιμών που υπεισέρχεται στους υπολογισμούς λόγω των αβεβαιοτήτων της δευτερογενούς επεξεργασίας είναι σαφώς μικρότερο από το σφάλμα που δημιουργείται στο τελικό αποτέλεσμα όταν αγνοούνται πλήρως οι οικονομικές διαστάσεις των επιπτώσεων του έργου (Rosenberg & Loomis, 2001; Kula, 1994).

Για να είναι αποτελεσματική η εφαρμογή της Μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους, θα πρέπει να ικανοποιούνται ορισμένες συνθήκες και προϋποθέσεις (Rosenberg & Loomis, 2001), όπως:

- 1) Να έχουν αναγνωριστεί και να έχουν εκφραστεί ποσοτικά οι επιπτώσεις του προτεινόμενου έργου ως προς την έκταση και το μέγεθός τους.
- 2) Να έχει προσδιοριστεί το μέγεθος του πληθυσμού που θα υποστεί τις συνέπειες από το προτεινόμενο έργο.
- 3) Να έχουν καθοριστεί οι απαιτήσεις των δεδομένων που θα μεταφερθούν (π.χ. τι είδους περιβαλλοντική αξία θα μετρηθεί).

Επιπλέον, οι μελέτες αναφοράς, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να μεταφερθούν τα δεδομένα, θα πρέπει:

- 1) Να βασίζονται σε επαρκή δεδομένα, κοινά αποδεκτές επιστημονικές μεθοδολογίες και ορθή πρακτική εφαρμογή.
- 2) Να παρέχουν πληροφορίες για τη στατιστική σχέση μεταξύ των αποτελεσμάτων και των χαρακτηριστικών της περιοχής, του προβλήματος και του πληθυσμού.



Τέλος, η σχέση μεταξύ των περιοχών «αναφοράς» και της υπό διερεύνηση περίπτωσης θα πρέπει να στηρίζεται στο γεγονός ότι το περιβαλλοντικό αγαθό που μετράται στις περιοχές αναφοράς και μελέτης, όπως και το είδος της μεταβολής, θα πρέπει να είναι αντίστοιχων χαρακτηριστικών. Επίσης οι προϋπάρχουσες συνθήκες και η ποιότητα των χρήσεων και των δραστηριοτήτων του υπό εξέταση περιβαλλοντικού αγαθού θα πρέπει να είναι ανάλογες. Τέλος οι συνθήκες της αγοράς στις περιοχές θα πρέπει να είναι αντίστοιχες, εκτός και αν παρέχονται τα οικονομικά μεγέθη για τα διάφορα υποκατάστατα αγαθά στην υπό εξέταση περίπτωση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες περιβαλλοντικής αποτίμησης δεν πληρούν το σύνολο των προϋποθέσεων (π.χ. ως προς το πλήθος και την ποιότητα όλων των απαιτούμενων δεδομένων). Επομένως, η εφαρμογή τους θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και σε ρεαλιστική πάντοτε βάση.

Στην αποτελεσματική εφαρμογή της Μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους συντελούν πολλοί παράγοντες (Rosenberg & Loomis, 2001; Adamowicz et al, 1994). Μια ομάδα παραμέτρων αφορά στις εγγενείς αδυναμίες της μεθόδου όπως είναι :

- ✓ Η ποιότητα της πρωτογενούς έρευνας καθορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό και το τελικό αποτέλεσμα.
- ✓ Ορισμένα περιβαλλοντικά αγαθά ή υπηρεσίες δεν έχουν διερευνηθεί εκτενώς και κατά συνέπεια ενδέχεται να μην υπάρχει ικανοποιητικός αριθμός μελετών.
- ✓ Υπάρχει σημαντική δυσκολία στη συλλογή και κωδικοποίηση των μελετών που θα χρησιμοποιηθούν.
- ✓ Πολλές πρωτογενείς έρευνες δε σχεδιάστηκαν για να υποστηρίξουν τη μεταφορά των αποτελεσμάτων τους.

Μια δεύτερη ομάδα παραμέτρων αφορά σε μεθοδολογικά ζητήματα που είναι τα εξής:

- ✓ Συνήθως έχουν χρησιμοποιηθεί ένα πλήθος διαφορετικών μεθόδων περιβαλλοντικής οικονομίας και τεχνικών στατιστικής επεξεργασίας για τη μελέτη ενός συγκεκριμένου περιβαλλοντικού αγαθού, γεγονός που επιδρά στα αποτελέσματα.

- ✓ Μπορεί να έχουν μετρηθεί διαφορετικές αξίες (π.χ. αξίες χρήσης και μη-χρήσης ταυτόχρονα) γεγονός που καθιστά δύσκολο το διαχωρισμό των αξιών που δεν εμπλέκονται στην υπό μελέτη περίπτωση.
- ✓ Ορισμένες από τις μελέτες αναφοράς μπορεί να αφορούν σε τοποθεσίες με μοναδικά χαρακτηριστικά ή πολύ εξειδικευμένες συνθήκες.
- ✓ Όταν τα χαρακτηριστικά των περιοχών μελέτης και αναφοράς διαφέρουν σημαντικά, μπορεί να υπάρχει σημαντική επίδραση στα αποτελέσματα. Το ίδιο ισχύει και για τη μετρούμενη μεταβολή ως προς το μέγεθός της, τα ποιοτικά της χαρακτηριστικά, το μέγεθος και τα κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά του επηρεαζόμενου πληθυσμού κ.λπ.
- ✓ Δεν πρέπει να αμελείται η σημασία του παράγοντα χρόνου. Οι μελέτες αναφοράς έχουν ολοκληρωθεί, σε αρκετές περιπτώσεις, πολλά χρόνια πριν και μπορεί να καταλαμβάνουν ένα ευρύ χρονικό διάστημα. Αυτό μπορεί να επιδράσει στα αποτελέσματα με δύο τρόπους: (α) η φύση της περιβαλλοντικής αποτίμησης είναι τέτοια που στηρίζεται στις ανθρώπινες αντιλήψεις, οι οποίες μπορεί να διαφοροποιούνται με την πάροδο των ετών και (β) μια περιβαλλοντική επίπτωση μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο αντιληπτή σε διαφορετικές χρονικές περιόδους, εξαιτίας μιας σειράς παραγόντων. Σε κάθε περίπτωση, επομένως, μπορεί να υπάρχει διαφοροποίηση ως προς το οικονομικό αποτέλεσμα μιας έρευνας.

Όλοι οι προαναφερθέντες παράγοντες ενδέχεται να αποτελούν πηγές στρεβλώσεων των αποτελεσμάτων. Η αντικειμενική προσέγγιση στοχεύει στην ελαχιστοποίηση του μέσου τετραγωνικού σφάλματος της εκτίμησης μεταξύ των περιοχών αναφοράς και μελέτης. Όμως, ακόμη και οι πρωτογενείς μελέτες αποτελούν επί της ουσίας προσεγγίσεις του μετρούμενου μεγέθους και υπόκεινται σε κάποια περιθώρια σφάλματος. Επομένως, η μεταφορά της πληροφορίας από μια περιοχή σε μια άλλη συνοδεύεται πάντοτε από κυμαινόμενους βαθμούς εμπιστοσύνης ως προς την ακρίβεια και τη δυνατότητα εφαρμογής της πληροφορίας.

Αρκετές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για να εξετάσουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων που παράγονται με τη Μέθοδο Μεταφοράς Οφέλους (Loomis et al, 1995; Downing and Ozuna 1996; Kirchoffetal, 1997; Desvousges et al, 1998; Rosenberger and

Loomis 2000; Pearce and Howarth, 2000; Kristfersson and Ståle Navrud, 2001). Σε πολλές περιπτώσεις, τα αποτελέσματα που προέρχονται από μεταφορά δεδομένων διέφεραν κατά πολύ μικρό ποσοστό από τα πρωτότυπα. Υπήρξαν όμως και κάποιες περιπτώσεις όπου η διαφοροποίηση ήταν σημαντική. Αν και στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν σαφείς αναφορές για τα αποδεκτά όρια σφάλματος κατά την εφαρμογή της μεθόδου με την αυστηρή στατιστική έννοια (π.χ. σφάλμα με διάστημα εμπιστοσύνης 95%), οι εφαρμογές θεωρούνται ιδιαίτερα επωφελείς κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Σε ορισμένες περιπτώσεις όμως, όπως π.χ. στον καθορισμό της αποζημίωσης από μια περιβαλλοντική ζημιά, η υλοποίηση πρωτογενών ερευνών αποτελεί λύση εκ των ων ουκ άνευ (Barton, 1999).

### **Τεχνικές εφαρμογής της μεθόδου**

Υπάρχουν τέσσερις διαφορετικές τεχνικές για την εφαρμογή της μεθόδου:

#### **1. Απλή μεταφορά τιμής**

Η απλή μεταφορά τιμής βασίζεται στον εντοπισμό μιας ή περισσότερων μελετών περιβαλλοντικής αποτίμησης, οι οποίες να εμφανίζουν συνάφεια με το υπό εξέταση αντικείμενο, και στη συνέχεια στην επιλογή μιας τιμής από αυτές, η οποία θεωρείται ως βέλτιστη. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι εξαιρετικά απλή στην εφαρμογή της, όμως μπορεί να προκαλέσει σημαντικές στρεβλώσεις των αποτελεσμάτων, όταν η τιμή που επιλέγεται δεν ανταποκρίνεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπό μελέτη περιοχής.

#### **2. Εκτίμηση της κεντρικής τάσης (μέση τιμή)**

Η τεχνική αυτή αξιοποιεί την κεντρική τάση ενός πλήθους τιμών. Η τεχνική εφαρμόζεται από ένα μεγάλο αριθμό κυβερνητικών υπηρεσιών, ειδικά στις Η.Π.Α. Στην περίπτωση αυτή συγκεντρώνονται οι συναφείς με το αντικείμενο μελέτες και υπολογίζεται η μέση τιμή των εκτιμήσεων. Πρέπει να σημειωθεί ότι πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές μεμονωμένες τιμές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη μέση τιμή. Για το λόγο αυτό συχνά χρησιμοποιείται ένα υποσύνολο των τιμών, το οποίο προκύπτει π.χ. με την αφαίρεση του 5% των υψηλότερων και χαμηλότερων εκτιμήσεων (truncated mean value). Η ακρίβεια της τεχνικής είναι υψηλότερη από την απλή μεταφορά τιμής, χωρίς να καθίσταται ιδιαίτερα πολύπλοκη η διαδικασία.

### **3. Μεταφορά συνάρτησης**

Στην τεχνική αυτή μεταφέρεται ολόκληρη η συνάρτηση, η οποία συνδέει στατιστικά το κόστος ή το όφελος μιας περιβαλλοντικής μεταβολής με τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού ή/και του περιβαλλοντικού αγαθού, από την περιοχή αναφοράς στην υπό μελέτη περίπτωση. Η προσέγγιση αυτή πλεονεκτεί σε σχέση με τη μεταφορά τιμής (απλής ή μέσης), καθώς προσφέρει τη δυνατότητα να προσαρμοστεί η εκτίμηση στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της υπό διερεύνηση περιοχής. Από την άλλη πλευρά όμως, το γεγονός ότι οι κοινωνικο-οικονομικές ιδιαιτερότητες λαμβάνονται υπόψη από τη μεταφορά του μοντέλου δεν είναι πάντοτε αληθές. Αυτό συμβαίνει αφενός γιατί δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι οι μεταβλητές που αποδείχτηκαν στατιστικά σημαντικές στη μια περιοχή θα αποδεικνύονταν και στην άλλη και αφετέρου επειδή τα όποια σφάλματα κατά τη δημιουργία του αρχικού μοντέλου μεταφέρονται και στην υπό εξέταση περίπτωση. Κατά τη διερεύνηση της ακρίβειας της συγκεκριμένης μεθόδου εντοπίστηκαν αποκλίσεις της τάξης του 800% (Loomis et al, 1995; Downing and Ozuna 1996; Kirchhoff et al, 1997) και συχνά ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι μόνο προσεκτική εφαρμογή της μεταφοράς τιμής μπορεί να δώσει μικρότερα σφάλματα.

### **4. Μετα – επεξεργασία (meta – analysis)**

Η τεχνική αυτή αποτελεί επέκταση της προηγούμενης, σε μια προσπάθεια μείωσης των σημαντικών αποκλίσεων που παρουσιάζονταν από τη μεταφορά μιας μεμονωμένης συνάρτησης. Η τεχνική αυτή αποτελεί στην ουσία μια στατιστική περίληψη μεταξύ των εκτιμήσεων και των χαρακτηριστικών των μελετών αναφοράς. Επειδή χρησιμοποιείται ένα πλήθος μελετών και παράλληλα λαμβάνονται υπόψη κοινωνικο-οικονομικές και περιβαλλοντικές μεταβλητές, τα αποτελέσματα προσφέρουν καλύτερη προσέγγιση της εκτιμώμενης τιμής. Γενικά, η μέθοδος αυτή λόγω της πολυπαραμετρικής προσέγγισης θεωρείται ως η καλύτερη για τη μεταφορά των αποτελεσμάτων από διάφορες περιοχές στην υπό διερεύνηση περίπτωση. Ακόμη όμως και σε αυτή την τεχνική, ορισμένες εγγενείς αδυναμίες της μεθόδου μεταφοράς επιδρούν στην ακρίβεια της εκτίμησης, όπως για παράδειγμα η ύπαρξη επαρκούς αριθμού και κατάλληλου περιεχομένου μελετών, η ακρίβεια των πρωτογενών μελετών κ.λπ. Ένα επιπλέον μειονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η πολυπλοκότητα υπολογισμών κατά την εφαρμογή της.

Ανεξάρτητα με την τεχνική Μεταφοράς Οφέλους, το πρώτο βήμα αφορά στην αναγνώριση των επιπτώσεων που θα επιφέρει το προτεινόμενο έργο. Ακολούθως, πρέπει να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά της περιοχής ως προς το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον (τύπος οικοσυστήματος, φυσικά στοιχεία, χαρακτήρας και χρήσεις γης, πληθυσμός που δέχεται τις επιπτώσεις, κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά πληθυσμού κ.λπ.) ώστε να προσδιοριστούν και να ποσοτικοποιηθούν τα αποτελέσματα των επιπτώσεων αυτών στην οικονομική ευημερία του πληθυσμού.

### **Αναζήτηση και επιλογή μελετών**

Η αναζήτηση συναφών μελετών πραγματοποιείται από διάφορες επιστημονικές βάσεις δεδομένων, έγκριτα διεθνή περιοδικά και εκθέσεις διεθνώς αναγνωρισμένων οργανισμών. Η αναζήτηση, ταξινόμηση και τελική επιλογή των μελετών που χρησιμοποιούνται βασίζεται σε μια σειρά κριτηρίων, όπως:

- Η συνάφεια του αντικειμένου της μελέτης αναφοράς με το μετρούμενο μέγεθος στην υπό εξέταση περίπτωση.
- Η σχέση των χαρακτηριστικών του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος της μελέτης αναφοράς με τα αντίστοιχα της υπό εξέταση περίπτωσης.
- Η δυνατότητα χρησιμοποίησης των «τιμών μονάδας» της μελέτης αναφοράς, σε σχέση με τα διαθέσιμα δεδομένα της υπό εξέταση περίπτωσης, κ.ά.

Προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η ακρίβεια των εκτιμήσεων, πέραν του υπολογισμού της μέσης τιμής με ή χωρίς παρεμβάσεις στον υπολογισμό της (π.χ. αφαίρεση του υψηλότερου και χαμηλότερου 5% των τιμών), πρέπει να πραγματοποιηθεί μια διόρθωση των τιμών σε σχέση με τις διαφορές που υφίστανται στα επίπεδα τιμών μεταξύ της χώρας αναφοράς και της χώρας της υπό εξέταση περίπτωσης. Οι διαφορές αυτές οφείλονται αφενός στην αγοραστική δύναμη των καταναλωτών των δύο χωρών και αφετέρου στις επιδράσεις του πληθωρισμού, οι οποίες έχουν σχέση με το χρόνο υλοποίησης της πρωτογενούς έρευνας.

Για τη «χωρική» μεταφορά των δεδομένων από διαφορετικές χώρες, χρησιμοποιείται ο Δείκτης Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή (Purchasing Power Parity Index-PPPI)

και για τη «χρονική» μεταφορά των αποτελεσμάτων χρησιμοποιείται ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή (Consumer Pricing Index). Ο Δείκτης ΑΔΚ προτιμάται από την απλή συναλλαγματική μετατροπή επειδή έχει διττή διάσταση: συναλλαγματική μετατροπή και δείκτη διαφοράς των τιμών των αγαθών από μια χώρα σε άλλη. Η απλή συναλλαγματική μετατροπή μπορεί να υποτιμήσει ή να υπερεκτιμήσει την αξία, καθώς η ισοτιμία των νομισμάτων εξαρτάται από τα επιτόκια μιας χώρας, τις οικονομικές ροές, την προσφορά και ζήτηση του νομίσματος της και άλλους παράγοντες.

Για τη «χωρική» μεταφορά των τιμών χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του Δείκτη Ισότητας Αγοραστικής Δύναμης Καταναλωτή από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης. Για τη «χρονική» μεταφορά των τιμών, προκειμένου να ληφθεί υπόψη και η επίδραση των πληθωριστικών τάσεων, χρησιμοποιείται ο Δείκτης Τιμών Καταναλωτή από την Ε.Σ.Υ.Ε. για την Ελλάδα ή τις αντίστοιχες στατιστικές υπηρεσίες κάθε χώρας.

Η εξίσωση που χρησιμοποιείται για τη «χωρική» και «χρονική» μεταφορά των τιμών, έστω από τη χώρα 0 στη χώρα 1 και από το έτος 0 στο έτος 1, είναι η ακόλουθη:

$$\text{Αξία (έτος 1_χώρα 1)} = \text{Αξία (χώρα 0_έτος 0)} \times (\text{ΔΙΑΔΚ χώρας 1_έτους 0} / \text{ΔΙΑΔΚ χώρας 0_έτους 0}) \times (\text{ΔΤΚ χώρας 1_έτους 1} / \text{ΔΤΚ χώρας 1_έτους 0})$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να μελετήσει την προέκταση της γραμμής 3 του μετρό ΑΙΓΑΛΕΩ – ΧΑΙΔΑΡΙ εφαρμόζοντας ανάλυση κόστους – οφέλους. Η ανάλυση κόστους – οφέλους περιλαμβάνει την χρηματοοικονομική ανάλυση της επένδυσης και την κοινωνικοοικονομική ανάλυση. Από τη στιγμή που η κατασκευή του μετρό αποτελεί μια τεράστια οικονομική επένδυση είναι σημαντικό πριν την απόφαση της υλοποίησης να πραγματοποιείται μια αξιολόγηση για την «ποιότητα» του έργου, δηλαδή την ικανότητα του να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των χρηστών καθώς να μελετώνται και όλες οι ενέργειες που σχετίζονται με την υλοποίησή του. Το μετρό της Αθήνας προσφέρει πολλαπλά οφέλη όπως μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, την εξοικονόμηση χρόνου για τους επιβάτες, μείωση των ατυχημάτων, μείωση της κυκλοφοριακής συμφόρησης και την εξοικονόμηση καυσίμων. Υπάρχουν επιπρόσθετα οφέλη που αφορούν μια σειρά οικονομικών φορέων όπως τις κυβερνήσεις, ιδιωτικές μεταφορές, επιβάτες, ευρύ κοινό καθώς και ανειδίκευτο εργατικό δυναμικό, αφού η κατασκευή του δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας. Επομένως, εδώ θα μελετηθούν κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη που αναφέρθηκαν παραπάνω που προσφέρει η επέκταση της γραμμής 3 ΑΙΓΑΛΕΩ – ΧΑΙΔΑΡΙ και θα αποτιμηθούν οικονομικά έτσι ώστε να εφαρμοστεί η μέθοδος της κοινωνικής ανάλυσης κόστους - οφέλους.

### 5.1. Επέκταση της γραμμής 3 Αιγάλεω – Χαϊδάρη

Στις 20 Φεβρουαρίου 2006 υπογράφηκε η σύμβαση για την πρόσθετη επέκταση της Γραμμής 3 του Μετρό κατά 1,5km, με την προσθήκη ενός ακόμα Σταθμού στο ΧΑΪΔΑΡΙ και ενός αμαξοστασίου στην περιοχή του Ελαιώνα. 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.





**Εικόνα 13:** Κατασκευή του Μετρό στο Χαϊδάρι (πηγή : ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε)

Πρόκειται για ένα πολύ σημαντικό έργο κύριος στόχος του οποίου είναι η εξυπηρέτηση των κατοίκων της Δυτικής Αθήνας. Με τη θέση σε λειτουργία της εν λόγω επέκτασης ο χρόνος μετακίνησης των κατοίκων έως το κέντρο της Αθήνας (ΣΥΝΤΑΓΜΑ) θα είναι μόλις 9 λεπτά, ενώ θα υπάρχει η δυνατότητα απευθείας μετάβασης στο Αεροδρόμιο Ελευθέριος Βενιζέλος σε 40 λεπτά.

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.

Υπολογίζεται ότι η λειτουργία του Σταθμού ΧΑΪΔΑΡΙ θα εξυπηρετεί καθημερινά περισσότερους από 30.000 νέους επιβάτες.

### **5.1.1. Χαρακτηριστικά του έργου**

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της προμελέτης χάραξης του έργου διερευνήθηκε εκτενώς η επιλογή τόσο της μορφής της χάραξης.

Το έργο της επέκτασης ΑΙΓΑΛΕΩ - ΧΑΪΔΑΡΙ περιλαμβάνει αρχικά τη σήραγγα της γραμμής μήκους περίπου 1,5km, η οποία θα διέρχεται κάτω από την Ιερά Οδό και θα διανοιχτεί με τη συμβατική μέθοδο υπόγειας κατασκευής. Επίσης, το σταθμό Χαϊδари, τα όρια του οποίου είναι το οικοδομικό τετράγωνο της Ιεράς Οδού. Κρήνης, Κατσαρού και Αγίας Μαρίνας, με δύο

εισόδους / εξόδους εκατέρωθεν της Ιεράς Οδού. Τρίτον, το σταθμό Μετεπιβίβασης που θα διαθέτει χώρο στάθμευσης 380 ΙΧ οχημάτων και θα κατασκευαστεί ταυτόχρονα με το Σταθμό Χαϊδάρι. Τέλος, περιλαμβάνει το Αμαξοστάσιο στην περιοχή του Ελαιώνα.

### **5.1.2. Στοιχεία προόδου του έργου**

**Μάιος 2011**



**Εικόνα 14:** Κατασκευή των εσόδων/εξόδων του Σταθμού (πηγή: ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε)

Σε στάδιο ολοκλήρωσης βρίσκονται οι εργασίες αρχιτεκτονικών τελειωμάτων στις εισόδους / εξόδους του Σταθμού. Ολοκληρώθηκαν επίσης οι εργασίες μόνωσης οροφής στο χώρο στάθμευσης ΙΧ οχημάτων για μετεπιβίβαση στο Μετρό.

**Ιούνιος 2011**



**Εικόνα 15:** Αποκατάσταση των οδών Αγ. Μαρίνας (πηγή: ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε)

Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η αποκατάσταση της οδού Αγ. Μαρίνας καθώς και της οδού Κρήνης, οι οποίες παλαιότερα ήταν μέρος του εργοταξιακού χώρου του Μετρό.

Τοποθετήθηκαν ακόμη οι πίνακες ενημέρωσης των επιβατών στο επίπεδο αποβαθρών του σταθμού.

### **5.1.3. Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου**

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της προμελέτης χάραξης του έργου διερευνήθηκε εκτενώς η επιλογή τόσο της μορφής χάραξης της επέκτασης της Γραμμής 3 όσο και της θέσης κατασκευής του νέου Σταθμού Χαϊδαρίου ώστε να υπάρξει ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των κυκλοφοριακών αναγκών μετεπιβίβασης στην άμεση και ευρύτερη περιοχή. Η αρχική ζώνη διέλευσης του έργου και οι θέσεις των σταθμών, ως τμήμα της επέκτασης της γραμμής 3 προς Πειραιά, καθορίστηκαν ήδη από τη Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό (ΜΑΜ) μετά από συναξιολόγηση και των λοιπών χωροταξικών, δημογραφικών, οικονομικών παραμέτρων, καθώς επίσης και των τεχνικών προδιαγραφών και άλλων απαιτήσεων που δεσμεύουν ένα όπως η επέκταση μιας γραμμής Μετρό.

#### **Επιλογή – Περιγραφή της θέσης του σταθμού**

Αρχικά η θέση του σταθμού είχε προβλεφθεί στο κέντρο μιας σχετικά πυκνοδοτημένης περιοχής, ενώ η τελική θέση στα όρια της πυκνής δόμησης. Για το λόγο αυτό, σε απόσταση 500 μέτρα γύρω από τις εναλλακτικές θέσεις προκύπτει ότι στην πρώτη περίπτωση ο εξυπηρετούμενος πληθυσμός κατοίκων ανέρχεται σε 17.000 περίπου, ενώ στη δεύτερη ανέρχεται σε 14.400. Η τελική όμως θέση αποδείχτηκε ότι πλεονεκτεί ως προς την εξυπηρέτηση των θέσεων εργασίας που προσφέρονται στην περιοχή: 3.300 θέσεις εργασίας, έναντι 2.500 στην αρχική θέση. Εκτός από αυτό, η τελική θέση εξυπηρετεί (σε απόσταση μέχρι 500 μέτρα) σημαντικές χρήσεις γης που χαρακτηρίζονται γενικώς από την προσέλκυση μεγάλου αριθμού επισκεπτών, όπως είναι το Δρομοκαΐτειο Θεραπευτήριο, το Νομαρχιακό Νοσοκομείο Δυτικής Αττικής (λοιμωδών Νόσων), το Δημαρχείο Αιγάλεω, δυο μεγάλα super markets, κ.λπ. Επιπρόσθετα η τελική θέση του σταθμού πλεονεκτεί ακόμη στο ότι υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης του σταθμού μετεπιβίβασης, λόγω περισσότερου ελεύθερου χώρου στη θέση αυτή. Περιορίζονται τέλος απαιτούμενες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις κατά την κατασκευή και η κατασκευή του σταθμού γίνεται με τη μέθοδο του ανοικτού ορύγματος.

Ο σταθμός του Χαϊδαρίου και ο σταθμός μετεπιβίβασης είναι υπόγειοι και χωροθετημένοι σε οικόπεδο που έχει πρόσωπο στην Ιερά Οδό, απέναντι ακριβώς από το Δημαρχείο του Αιγάλεω, στο οικοδομικό τετράγωνο που περικλείεται από την Ιερά Οδό και τις οδούς της Αγίας Μαρίνας, Κατσαρού και Κρήνης. Η προτεινόμενη περοχή κατασκευής του υπόγειου σταθμού και του Σταθμού Μετεπιβίβασης βρίσκεται σε οικόπεδο τμήμα του οποίου είναι κοινόχρηστος χώρος, ενώ ένα άλλο τμήμα του καταλαμβάνουν ένα κατάστημα υγρών καυσίμων και μια αποθήκη δομικών υλικών, με μικρές ισόγειες, στην πλειοψηφία τους μη μόνιμες κατασκευές.

Η μελετούμενη επέκταση χωροθετείται στο νομό Αττικής, εντός των Δήμων Αιγάλεω, Χαϊδαρίου και Αγίας Βαρβάρας. Ο σταθμός Χαϊδαρίου διοικητικά ανήκει στο Δήμο Αγίας Βαρβάρας. Η χάραξη έχει μήκος ενός περίπου χιλιομέτρου και αφετηρία το σταθμό του Αιγάλεω στην πλατεία Εσταυρωμένου, ενώ διέρχεται υπόγεια κατά μήκος της Ιεράς Οδού με κατεύθυνση προς το Χαϊδάρι.

#### **Υδρογεωλογικές συνθήκες της περιοχής**

Κύριο χαρακτηριστικό των υδρογεωλογικών συνθηκών στην ευρύτερη περιοχή του έργου είναι έντονη ετερογένεια της υδρογεωλογικής συμπεριφοράς των γεωλογικών σχηματισμών που συναντώνται και αναμένεται σημαντική διακύμανση της διαπερατότητας κατά την οριζόντια και κατακόρυφη έννοια. Όσον αφορά στον προσδιορισμό των υδροφόρων οριζόντων στους διάφορες γεωλογικούς σχηματισμούς, έγινε απογραφή των σημείων εμφάνισης νερού. Για κάθε σημείο έγινε προσπάθεια σύμφωνα με στοιχεία της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ να συγκεντρωθούν επί τόπου πληροφορίες ή/ και βιβλιογραφικές αναφορές. Συνολικά απογράφηκαν 16 σημεία εμφάνισης νερού και ειδικότερα πρόκειται για 9 υδρογεωτρήσεις και 7 πηγάδια. Οι θέσεις των σημείων κυμαίνονται σε βάθη της τάξης των 2 έως 7,5. Προκειμένου να προστατευθεί το υδατικό περιβάλλον της περιοχής κατά την κατασκευή του έργου θα πραγματοποιείται ολοκληρωμένη διαχείριση των παραγόμενων υγρών αποβλήτων που προέρχονται τόσο από τη λειτουργία και συντήρηση των διαφόρων μηχανημάτων του εργοταξίου, όσο και από τα υπόγεια νερά που θα αποκαλύπτονται ή αντλούνται κατά την εκσκαφή.

Ομοίως, κατά τη λειτουργία του έργου θα πραγματοποιείται η απαιτούμενη από τη νομοθεσία διαχείριση που αφορά τα νερά από το πλύσιμο των οχημάτων και των σταθμών, τα

κατεισδύοντα νερά βροχών, τα υπολείμματα χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων, καυσίμων, πίσσας, ψυκτικών υγρών, διαλυτών κ.λπ.

### **Επιπτώσεις στην πολεοδομία της περιοχής**

Κατά τη φάση της κατασκευής, το έργο αναμένεται να επηρεάσει την πολεοδομική λειτουργία ποικιλοτρόπως, όπως για παράδειγμα με την αύξηση της οδικής κυκλοφορίας των εργοταξιακών οχημάτων, την δυσχέραση της κυκλοφορίας πεζών στην ζώνη γύρω από εργοταξιακές εγκαταστάσεις και την δυσκολία πρόσβασης στα γύρω καταστήματα.

Κατά τη φάση της κατασκευής, το έργο αναμένεται να επιφέρει παρεμβάσεις ή αλλοιώσεις στον πολεοδομικό ιστό. Κάποια πρόσθετα μέτρα θα ληφθούν πριν τη λειτουργία του έργου, ώστε να διαμορφωθούν πρόσθετες στάσεις λεωφορείων, κυκλοφοριακές διευθετήσεις και σήμανση για τη διευκόλυνση της κίνησης των πεζών, κ.λπ.

Η περιοχή του έργου χαρακτηρίζεται ως περιοχή ιδιαίτερης αρχαιολογικής σημασίας. Για την αποφυγή αρνητικών επιπτώσεων στις αρχαιότητες πριν ακόμα από την έναρξη της κατασκευής είχαν ξεκινήσει έρευνες από τις αρμόδιες αρχαιολογικές υπηρεσίες. Σε περίπτωση αποκάλυψης σημαντικών αρχαιολογικών ευρημάτων με τις αποδείξεις των υπηρεσιών θα λάμβαναν τα κατάλληλα μέτρα, προκειμένου να μη θιγούν τα συγκεκριμένα ευρήματα αλλά αντιθέτως να αναδειχθούν.

### **Ατμοσφαιρική ρύπανση**

Σχετικά με την ποιότητα της ατμόσφαιρας στην περιοχή μελέτης δεν παρουσιάστηκαν παρά μόνο περιστασιακές και μικρής διάρκειας υπερβάσεις στη συγκέντρωση του όζοντος (υπερβάσεις του ορίου ενημέρωσης κοινού και του ορίου προστασίας της υγείας) καθώς και υπερβάσεις στα αιωρούμενα σωματίδια PM10. Η κύρια επίδραση στην ποιότητα της ατμόσφαιρας προέρχεται από την οδική κυκλοφορία στην άμεση και ευρύτερη περιοχή του έργου.

Κατά τη φάση της κατασκευής αναμένεται περαιτέρω αύξηση των συγκεντρώσεων των αιωρούμενων σωματιδίων. Για το λόγο αυτό λαμβάνονται αυστηρά μέτρα όπως η συχνή

διαβροχή των εργοταξίων και των διαδρόμων κίνησης, η κάλυψη των βαρέων οχημάτων μεταφοράς προϊόντων εκσκαφής, κ.ά.

Κατά τη λειτουργία του το μετρό δεν εκπέμπει αέριους ρύπους, συνεπώς η άμεση επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τη λειτουργία του είναι μηδενική. Οι βασικές διαφοροποιήσεις στις πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης εστιάζονται στη θετική μεταβολή της οδικής κυκλοφορίας και των κυκλοφοριακών συνθηκών στο επηρεαζόμενο οδικό δίκτυο με τη λειτουργία του νέου έργου.

### **Θόρυβος**

Κατά τη φάση κατασκευής εκτιμάται ότι ο θόρυβος από το επιφανειακό εργοτάξιο υπερβαίνει το επιτρεπόμενο όριο για αποστάσεις 10m περίπου από το όριο του εργοταξίου. Κατά συνέπεια, στις περιπτώσεις ευαίσθητων δεκτών, λαμβάνονται επανορθωτικά μέτρα όπως τα αντιθορυβικά πετάσματα. Επιπλέον, κατά τη φάση κατασκευής υπάρχει σύστημα παρακολούθησης του εργοταξιακού θορύβου, ώστε να είναι έγκαιρη και κατά το δυνατόν αποτελεσματικότερη η λήψη ειδικών μέτρων αντιθορυβικής προστασίας. Στην άμεση περιοχή του έργου δεν υφίστανται σημαντικά επίπεδα δονήσεων ή και εδαφομεταφερόμενου θορύβου. Η υπερισχύουσα πηγή στην περιοχή είναι προφανώς η οδική κυκλοφορία κύρια στον οδικό άξονα της Ιεράς Οδού.

### **Δονήσεις**

Σύμφωνα με τα επίπεδα δονήσεων που έχουν μετρηθεί σε άλλα εργοτάξια του Μετρό της Αθήνας δεν αναμένονται υψηλές τιμές. Ωστόσο, λαμβάνονται μέτρα μείωσης των δονήσεων, που σχετίζονται με την οργάνωση και τον χρονικό προγραμματισμό των εργασιών (αποφυγή ταυτόχρονης λειτουργίας διατρητικών μηχανημάτων και άλλου εξοπλισμού, τήρηση ωρών κοινής ησυχίας, κ.λπ.). Κατά τη λειτουργία του έργου θα ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα αντιδονητικής προστασίας, τα οποία στοχεύουν στην απορρόφηση των δονήσεων (αντιδονητικό σύστημα έδρασης της τροχιάς).

**Φυσικό περιβάλλον της περιοχής - Αποκατάσταση**

Η ευρύτερη περιοχή της χάραξης αναπτύσσεται σε λοφώσες ανάγλυφο, στις ανατολικές υπώρειες του όρους Αιγάλεω. Οι μεταβολές που αναμένονται στο έδαφος κατά τη διάρκεια της κατασκευής οφείλονται κυρίως στις εκσκαφές, σχετίζονται με την μεταβολή των χαρακτηριστικών του αναγλύφου και είναι μικρές και βραχυχρόνιες και θα αποκατασταθούν πλήρως με την ολοκλήρωση των εργασιών.

Η άμεση περιοχή του έργου δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον όσον αφορά το φυσικό της περιβάλλον. Η βλάστηση της περιοχής κατασκευής το έργου αφορά στην βλάστηση αστικής περιοχής, υπάρχουν θάμνοι ή δέντρα σε νησίδες ή σε περιορισμένους χώρους που δεσμεύονται κατά τη φάση της κατασκευής. Ωστόσο, μετά το τέλος των εργασιών η πλήρη αποκατάστασή τους θα πραγματοποιηθεί με φυτεύσεις.

Όσον αφορά την πανίδα το έργο αναπτύσσεται σε περιοχή του Λεκανοπεδίου η οποία έχει έντονο τον ανθρωπογενή χαρακτήρα, λόγω των πυκνών εμπορικών χρήσεων αλλά και των χρήσεων κατοικίας, όπου είναι φυσικό να μην υπάρχουν ζώα για τα οποία το έργο θα επιδρούσε αρνητικά στην επιβίωσή τους. Η ορνιθοπαγίδα είναι τυπική του αστικού περιβάλλοντος. Έτσι το μέγεθος και το είδος της πανίδας δεν αναμένεται να επηρεαστεί κατά τη διάρκεια κατασκευής ή λειτουργίας του έργου.

**5.1.4. Φυσικές επιπτώσεις (οφέλη) της επέκτασης Γραμμής 3 του Μετρό ΑΙΓΑΛΕΩ - ΧΑΪΔΑΡΙ****Μείωση των οχηματο – χιλιομέτρων**

Σύμφωνα με μελέτες της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. με αντικείμενο τη διερεύνηση των ωφελειών που πιθανόν προκύπτουν από τη μέχρι τώρα λειτουργία αλλά και δυνητική επέκταση του Μετρό έχει καταγραφεί σημαντική μείωση στη χρήση των ΙΧ από τους καταναλωτές, γεγονός που αποτυπώνεται στη μέτρηση των οχηματοχιλιομέτρων. Η εν λόγω θετική επίπτωση της λειτουργίας του Μετρό κατά συνέπεια συνεισφέρει μερικώς στην επίλυση σύγχρονων συγκοινωνιακών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβλημάτων όπως η εξοικονόμηση του



χρόνου μετακίνησης των επιβατών, η μείωση των ατυχημάτων και των εκπεμπόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα. Συγκεκριμένα έχει αποτυπωθεί από μελέτη της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε μια μείωση της τάξης των 5.666.100 οχηματοχιλιομέτρων για το 1<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας της επέκτασης της Γραμμής 3 Αιγάλεω – Χαϊδάρι.

### **Ωφέλειες εξοικονόμησης χρόνου**

Παρατηρείται αρχικά εξοικονόμηση χρόνου των υφιστάμενων χρηστών ΙΧ + Ταξί λόγω λειτουργίας του νέου έργου και της συνεπαγόμενης αποσυμφόρησης του οδικού δικτύου. Επίσης, θα υπάρχει εξοικονόμηση χρόνου των υφιστάμενων χρηστών Δημοσίων Συγκοινωνιών λόγω λειτουργίας του νέου έργου και της αποσυμφόρησης του οδικού δικτύου. Εξοικονόμηση χρόνου των εκτρεπόμενων (πρώην χρηστών ΙΧ + Ταξί) στις Δημόσιες Συγκοινωνίες λόγω της λειτουργίας του νέου έργου. Σύμφωνα με την μελέτη της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ γίνεται η παραδοχή του «κανόνα του μισού», δηλαδή η μοναδιαία ωφέλεια του εκτρεπόμενου ισούται με το 50% εκείνης του υφιστάμενου χρήστη Δημοσίων Συγκοινωνιών.

### **Ωφέλειες αποφυγής ατυχημάτων**

Παρατηρείται μείωση των αυτοκινητιστικών δυστυχημάτων εξαιτίας της εκτροπής χρηστών από τα οδικά μέσα στο Μετρό.

### **Περιβαλλοντικές ωφέλειες**

Με τη λειτουργία του νέου έργου θα σημειωθούν ωφέλειες από τη μειωμένη χρήση οχημάτων που σημαίνει μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Εδώ χρειάζεται να συμπεριληφθεί και ο κυκλοφοριακός θόρυβος ο οποίος έχει επίδραση στην ανθρώπινη υγεία.

### **Ωφέλειες από μείωση δαπανών λειτουργίας οχημάτων**

Το πιο άμεσο όφελος από μιά νέα ή βελτιωμένη μεταφορική υποδομή, και συχνά το πιο σημαντικό και ένα από τα πιο εύκολα να αποτιμηθούν σε χρήμα, είναι η μείωση των δαπανών

λειτουργίας των οχημάτων. Ενώ τα οφέλη αρχικά συσσωρεύονται στους χρήστες ή τους ιδιοκτήτες της υποδομής, άλλοι παράγοντες όπως ο ανταγωνισμός, η επιθυμία μεγιστοποίησης των ωφελειών, ή η πολιτική κομίστρων οδηγούν στον καταμερισμό των ωφελειών με άλλους φορείς όπως παραγωγοί, φορτωτές και καταναλωτές. Επομένως η μείωση των δαπανών ωφελεί το σύνολο των πολιτών και όχι μόνο τους άμεσους χρήστες της υποδομής.

Το βασικό κριτήριο για την εκτίμηση του οικονομικού όφελους από μία επένδυση στις μεταφορές είναι ο έλεγχος του "με και χωρίς": ποιές θα είναι οι δαπάνες με την επένδυση, και ποιές θα ήταν χωρίς την επένδυση. Εν τούτοις σε πολυάριθμες αξιολογήσεις έργων, εφαρμόζεται εσφαλμένα ένα αρκετά διαφορετικό κριτήριο το "πριν και μετά": ποιές ήταν οι δαπάνες πριν την κατασκευή της νέας υποδομής και ποιές θα είναι αμέσως μετά; Ενώ σε μερικές περιπτώσεις η διαφορά μεταξύ των δύο κριτηρίων μπορεί να είναι μικρή, ο έλεγχος του "πριν και μετά" συνήθως οδηγεί σε σοβαρή υποτίμηση του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από τις δαπάνες λειτουργίας.

### **Άλλες ωφέλειες**

Το έργο θα προκαλέσει τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης (Θ.Α) που συνιστούν καθαρή κοινωνική ωφέλεια. Κατά την εκτέλεση του έργου τα 4 έτη κατασκευής του δηλαδή θα δημιουργηθούν 250 προσωρινές θέσεις απασχόλησης και κατά τη λειτουργία του 35 μόνιμες.

## **5.2. Χρηματοοικονομική ανάλυση**

Η χρηματοοικονομική ανάλυση όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο πραγματοποιείται για την αξιολόγηση των δεικτών της επένδυσης από τη σκοπιά του Κυρίου του Έργου, η εκτίμηση της βιωσιμότητας του εξεταζόμενου έργου και η παροχή στοιχείων για την επιβεβαίωση του ποσοστού της συμμετοχής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Με βάση τα στοιχεία της Χρηματοοικονομικής Μελέτης βιωσιμότητας του έργου « επέκταση της Γραμμής 3, Τμήματος Αιγάλεω – Χαϊδάρι, Σταθμός Μετεπιβίβασης Χαϊδάρι, αμαξοστάσιο Ελαιώνα» της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. θα πραγματοποιηθεί στην παρούσα διπλωματική εργασία χρηματοοικονομική ανάλυση με χρονικό ορίζοντα αξιολόγησης της επένδυσης από το 2006 μέχρι το 2039 (34 έτη κατασκευής και λειτουργίας) όσο και η περίοδος αξιολόγησης της

ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. Το βασικό επιτόκιο προεξόφλησης λαμβάνεται ίσο με 7 % σε σταθερές τιμές και η υπολειμματική αξία όπως υπολογίζεται από την χρηματοοικονομική μελέτη της βιωσιμότητας του έργου για περίοδο λειτουργίας του έργου 30 ετών είναι ίση με 54,97 εκατομμύρια € (τιμές 2010). Αξίζει να σημειωθεί πως σαν έτος βάσης για τους υπολογισμούς έχει ληφθεί το έτος 2010 και οι τιμές έχουν μετατραπεί από το έτος 2006 στο έτος 2010 με τη βοήθεια του γενικού Δείκτη Συνολικού Κόστους Κατασκευής (ΔΣΚ) ο οποίος ισούται με 1,116 (πηγή: Εθνική Στατιστική Υπηρεσία).

### 5.2.1. Κόστος επένδυσης

Το κόστος και η χρονική κλιμάκωση της προσοδοφόρας επένδυσης για την κατασκευή της επέκτασης Χαϊδαρίου και του Σταθμού Μετεπιβίβασης (Σ.Μ.) στο Χαϊδάρι θα παρουσιαστούν στους παρακάτω πίνακες. Η περίοδος κατασκευής υπολογίζεται σε 4 χρόνια (2006-2009) και το πρώτο έτος λειτουργίας της επέκτασης οριοθετείται το 2010. Το κόστος επένδυσης επιβαρύνεται επίσης με τη δαπάνη για την ολοκλήρωση εργασιών Η/Μ για σηματοδότηση, TETRA, AFC, ATS που υπολογίζεται σε 16,74 εκατομμύρια ευρώ (τιμές 2010) και οριοθετείται χρονικά στην περίοδο 2008 – 2009. Επίσης το κόστος απαλλοτρίωσης σύμφωνα με στοιχεία της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., έχει υπολογιστεί σε 1.439.602,46 (τιμές 2010) ευρώ για το Χαϊδάρι και σε 69.830,29 ευρώ (τιμές 2010) για το φρέαρ της οδού Βενιζέλου, δαπάνη η οποία αναμένεται να εμφανιστεί τα έτη 2006 και 2007. Επιπρόσθετα, το κόστος διαχείρισης του έργου που αναλαμβάνει η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε., βάσει εκτιμήσεων και εμπειρίας από τις επεκτάσεις της προηγούμενης γενιάς, υπολογίζεται στο 9% του συνολικού κόστους κατασκευής, το οποίο ισοκατανέμεται στην περίοδο κατασκευής. Σημειώνεται ότι η πρόβλεψη αναθεώρησης (cost escalation) δεν συμπεριλαμβάνεται διότι οι υπολογισμοί γίνονται σε σταθερές τιμές 2010.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1** Συνολικές ροές δαπανών επένδυσης

	2006	2007	2008	2009	Συνολικό
<b>Επέκταση Χαϊδαρίου</b>	26.191.907	28.481.505	50.729.419	14.491.396	119.894.227
<b>Σταθμός Μετεπιβίβασης</b>	1.020.730	1.802.407	3.597.598	2.303.818	8.724.553
<b>Σύνολο Επένδυσης</b>	27.212.638	30.283.912	54.327.017	16.795.214	128.618.781

ποσοστό ανά έτος	0	23,55%	42,24%	13,06%	100%
------------------	---	--------	--------	--------	------

### 5.2.2. Χρηματοδότηση της επένδυσης

Διαμορφώθηκαν εναλλακτικά τέσσερα σενάρια χρηματοδότησης για την χρηματοοικονομική ανάλυση όπως συνήθως μελετώνται και στην ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ. Οι βασικές μεταβλητές διαφοροποίησης των σεναρίων είναι το ύψος της δανειοδότησης και η συγχρηματοδότηση ή όχι από την Ευρωπαϊκή Ένωση.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2:** Σενάρια χρηματοοικονομικής αξιολόγησης

	Δανεισμός		Κοινοτική-Συνδρομή			ΠΔΕ	
	30%	100%	0%	50%	20%	50%	100%
<b>Σενάριο Α</b>			✓				✓
<b>Σενάριο Β</b>				✓		✓	
<b>Σενάριο Γ</b>		✓	✓				
<b>Σενάριο Δ</b>	✓			✓	✓		

Στα σενάρια Α και Β, γίνεται η υπόθεση ότι η χρηματοδότηση θα επιβαρύνει απευθείας το δημόσιο τομέα, ενώ για τα σενάρια Γ και Δ γίνεται η υπόθεση ότι η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ θα συνάψει απευθείας δάνειο με την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων (ΕΤΕπ) για έργα που δεν έχουν εξασφαλισμένη χρηματοδότηση. Στην περίπτωση μηδενικής κοινοτικής συνδρομής (σενάριο Α), οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που θα προκύψουν αφορούν στο σύνολο της επένδυσης ανεξάρτητα πηγής χρηματοδότησης και επιχορήγησης. Ως βασικό σενάριο για την Κοινοτική Συνδρομή θεωρείται το σενάριο Α με βάση τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για να προκύψουν χρηματοοικονομικοί δείκτες ανεξαρτήτως πηγής χρηματοδότησης. Το σύνολο του κόστους επένδυσης (128.618.781 €) επιλέγεται για χρηματοδότηση είτε από την ΕΤΕπ είτε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Όλα τα σενάρια υποθέτουν περίοδο κατασκευής

από το 2006 έως το 2009 και περίοδο λειτουργίας από το 2010 έως το 2039 (30 έτη), δηλαδή συνολική περίοδο αξιολόγησης 2006 – 2039 (34 έτη).

Από τα στοιχεία της ΕΤΕπ που προέρχονται από τη συγχρηματοδότηση έργων υποδομής του ΕΤΠΑ, ως χαρακτηριστικά του δανείου που έγιναν παραδεκτά για το υπό εξέταση έργο θεωρούνται τα εξής:

1. Διάρκεια: 20 έτη (από αρχή κατασκευής το 2006 μέχρι το πέρας περιόδου αξιολόγησης το 2039)
2. Περίοδος χάριτος (Χρεωλυσίων κεφαλαίου): 4 έτη (2006 – 2009)
3. Διάρκεια αποπληρωμής: 16 έτη (2010 – 2025)
4. Επιτόκιο δανεισμού: 4 ,5%
5. Χειρισμός τόκου περιόδων χάριτος: Εξοφλούνται κατά τη διάρκεια της περιόδου χάριτος.
6. Καταβολή των δόσεων του δανείου: Η πρώτη δόση στο τέλος του Α' εξαμήνου του 2007 που θα καλύπτει τις δαπάνες έως και το Α' εξάμηνο του 2007, συν τις προβλεπόμενες δαπάνες του Β' εξαμήνου. Οι επόμενες δόσεις θα γίνονται σε διαστήματα 24 μηνών (τεσσάρων εξαμήνων) ακολουθώντας την ίδια λογική, δηλαδή εξόφληση των δαπανών που θα έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι τότε, συν τις προβλεπόμενες δαπάνες ενός εξαμήνου. Οι καταβολές γίνονται στην αρχή κάθε εξαμήνου.

### **5.2.3. Λειτουργικό κόστος**

Το λειτουργικό κόστος της προσοδοφόρας επένδυσης αποτελείται από τις διαφορετικές λειτουργικές δαπάνες που προκύπτουν λόγω της επέκτασης της Γραμμής 3 « Αιγλεω – Χαϊδάρι» και της δημιουργίας Σταθμού Μετεπιβίβασης (Σ.Μ.) στο Χαϊδάρι. Το λειτουργικό κόστος της επέκτασης περιλαμβάνει κυρίως τις διαφορικές δαπάνες μισθοδοσίας, κατανάλωσης ενέργειας, αντικατάστασης υλικών, καθώς και γενικές δαπάνες.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το διαφορικό λειτουργικό κόστος της επέκτασης:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3:** Διάρθρωση διαφορικού λειτουργικού κόστους επέκτασης

Κατηγορία Κόστους Επέκτασης	
Κόστος Μισθοδοσίας	937.768
Ενεργειακό Κόστος	492.165
Κόστος Καθαρισμού	420.320
Κόστος Ανταλλακτικών	53.551,04
Διάφορα Έξοδα	159.040
Σύνολο	2.062.844,22

Όσον αφορά το λειτουργικό κόστος του Σταθμού Μετεπιβίβασης, αυτό αποτελείται από τις δαπάνες για την συντήρηση / λειτουργία των θέσεων στάθμευσης, τη συντήρηση των ανελκυστήρων και των κυλιόμενων κλιμάκων, το προσωπικό, τον καθαρισμό, τα δημοτικά τέλη, τη διαφήμιση και άλλα διαφορικά έξοδα. Η διάρθρωση του λειτουργικού κόστους του Σταθμού Μετεπιβίβασης στο Χαϊδάρι φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4.** Διάρθρωση λειτουργικού κόστους Σ.Μ

Κατηγορία Κόστους Σ.Μ	
Συντήρηση / Λειτουργία Θέσεων Στάθμευσης	112.055
Συντήρηση Ανελκυστήρων	9.088
Προσωπικό	210.160
Καθαρισμός	227.200
Δημοτικά τέλη	45.440

Διάφορα έξοδα	22.720
Σύνολο Δαπανών	626.663,04

Συμπερασματικά το συνολικό κόστος της επένδυσης για το πρώτο έτος λειτουργίας, το οποίο απαρτίζεται από το λειτουργικό κόστος της επέκτασης καθαυτής και αυτό του Σταθμού Μετεπιβίβασης συνοψίζεται παρακάτω.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5.** Λειτουργικό κόστος επένδυσης

Κατηγορία Κόστους	
Κόστος Μισθοδοσίας	1.147.928
Ενεργειακό Κόστος	492.165,18
Κόστος Καθαρισμού, Συντήρησης, Ανταλλακτικών	822.214,08
Τέλη και Διάφορα Έξοδα	238.560
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>2.689.507</b>

Για την περίοδο λειτουργίας του έργου, γίνεται η παραδοχή ότι το λειτουργικό κόστος σε σταθερές τιμές αυξάνεται κατά 1,5 % ετησίως, αντικατοπτρίζοντας την οριακή αύξηση των δαπανών από τη φθορά χρήσης του συστήματος. Σύμφωνα με αυτή την παραδοχή για την περίοδο αξιολόγησης λειτουργίας του έργου (2010 – 2039) φαίνεται παρακάτω:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6.** Συνολικό λειτουργικό κόστος επένδυσης (2010 – 2039)

Έτος	Κόστος
2010	2.689.507
2011	2.403.037
2012	2.439.082



2013	2.475.669
2014	2.512.804
2015	2.550.496
2016	2.88.753
2017	2.627.584
2018	2.666.998
2019	2.707.003
2020	2.747.608
2021	2.788.822
2022	2.830.655
2023	2.873.115
2024	2.916.211
2025	2.959.954
2026	3.004.354
2027	3.049.419
2028	3.095.160
2029	3.141.588
2030	3.188.712
2031	3.236.542
2032	3.285.090
2033	3.334.367
2034	3.384.382
2035	3.435.148

2036	3.486.675
2037	3.538.975
2038	3.592.060
2039	3.645.941

#### 5.2.4. Εκτίμηση εσόδων

Η εκτίμηση των εσόδων βασίζεται στην διαφορική επιβατική κίνηση που θα προκύψει στο σύστημα από την επέκταση Αιγάλεω – Χαϊδάρι και την επιβατική κίνηση στον Σ.Μ του Χαϊδαρίου. Η εκτίμηση των εσόδων θα γίνει για το σύνολο της περιόδου αξιολόγησης λειτουργίας της επένδυσης για τα έτη 2010 έως 2039.

#### Έσοδα κομίστρου

Σύμφωνα με στοιχεία από τις επίσημες καταστάσεις της ΑΜΕΛ, το μέσο έσοδο κομίστρου ανά μετακίνηση για την περίοδο 2001 – 2003 φαίνεται από τον επόμενο πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7.** Μέσο έσοδο ανά μετακίνηση

Έτος	2001	2002	2003
<b>Έσοδα εισιτηρίων (000 EUR)</b>	37.580	49.110	58.387
<b>Ετήσια Επιβατική Κίνηση</b>	105,5	136,2	154.3
<b>Μέσο Έσοδο/ Μετακίνηση</b>	0,356	0,361	0,378
<b>Ονομαστικό Εισιτήριο</b>	0,70 €	0,70 €	0,70 €

<b>%Ονομαστικού Εισιτηρίου</b>	51%	52%	54%
------------------------------------	-----	-----	-----

Με βάση τα αποτελέσματα χρήσεως του 2005, το μέσο έσοδο κομίστρου ανά μετακίνηση ανήλθε στο 55% του ονομαστικού εισιτηρίου, δηλαδή σε 0,44 ανά μετακίνηση. Σημειώνεται ότι το υπόλοιπο του ονομαστικού εισιτηρίου οφείλεται στις εκπτώσεις λόγω καρτών (απεριορίστων διαδρομών, Υγείας – Πρόνοιας, ελευθέρας), στα μειωμένα εισιτήρια, αλλά και στη μη καταβολή εισιτηρίου (λαθροεπιβάσεις).

Για το 2010, γίνεται η παραδοχή ότι το μέσο έσοδο ανά μετακίνηση με περιορισμό των λαθροεπιβιβάσεων θα ανέλθει στο 60% του ονομαστικού εισιτηρίου, το οποίο σε τιμές 2006 είναι 0,80 . Το 2010 η τιμή του ονομαστικού εισιτηρίου ανέρχεται στα 1,40 €. Άρα το μέσο έσοδο ανά μετακίνηση θα είναι 0,84 €. Με τη βοήθεια της διαφορικής κίνησης (στοιχεία από μελέτη της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε. υπολογίζονται τα έσοδα κομίστρου μέχρι το 2039.

Επομένως τα έσοδα κομίστρου λόγω της επέκτασης θα είναι σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-8.** Έσοδα κομίστρου

Έτος	Διαφορική κίνηση	Έσοδα κομίστρου
2010	2.774.688	1.331.850
2011	2.798.662	1.343.358
2012	2.822.635	1.354.865
2013	2.46.609	1.366.372
2014	2.870.583	1.377.880
2015	2.894.557	1.389.387
2016	2.918.530	1.400.894
2017	2.942.504	1.412.402

2018	2.966.478	1.423.909
2019	2.990.451	1.435.417
2020	4.040.773	1.939.571
2021	4.081.181	1.958.967
2022	4.121.588	1,978.362
2023	4.161.996	1.997.758
2024	4.202.404	2.017.154
2025	4.242.812	2.036.550
2026	4.283.219	2.055.945
2027	4.323.627	2.075.341
2028	4.364.035	2.094.737
2029	4.404.442	2.114.132
2030	4.444.850	2.133.528
2031	4.479.421	2.150.122
2032	4.513.992	2.166.716
2033	4.548.563	2.183.310
2034	4.583.134	2.199.905
2035	4.617.705	2.216.499
2036	4.652.277	2.233.093
2037	4.686.848	2.249.687
2038	4.721.419	2.266.281
2039	4.755.990	2.282.875

### Εμπορικά Έσοδα

Εκτός από τα έσοδα κομίστρου, υπάρχουν και τα εμπορικά έσοδα που αντιπροσωπεύουν επιπλέον έσοδα μαπό διαφημίσεις, κεραίες κινητής τηλεφωνίας, ΑΤΜ σε σταθμούς και οπτικές ίνες.

Γίνεται παραδεκτό ότι τα εμπορικά έσοδα για την περίοδο λειτουργίας της επέκτασης θα αποτελούν περίπου το 12% των εσόδων κομίστρου και φαίνονται στον παρακάτω πίνακα..

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-9.** Εμπορικά έσοδα ανά έτος (2010 – 2039)

Έτος	Εμπορικά Έσοδα
2010	279.689
2011	282.105
2012	284.522
2013	286.938
2014	289.355
2015	291.771
2016	294.188
2017	296.604
2018	299.021
2019	301.437
2020	407.310
2021	411.383
2022	415.456
2023	419.529

2024	423.602
2025	427.675
2026	431.748
2027	435.822
2028	439.895
2029	443.968
2030	448.041
2031	451.526
2032	455.010
2033	458.495
2034	461.980
2035	465.465
2036	468.950
2037	472.434
2038	475.919
2039	479.404

### Έσοδα Σταθμού Μετεπιβίβασης

Η ζήτηση για υπηρεσίες park and ride για τυπική μέρα το 2020 υπολογίστηκε από το Συγκοινωνιακό Μοντέλο της ΜΑΜ σε 372 οχήματα την ώρα αιχμής, με βάση μεσοσταθμικό τέλος στάθμευσης 1,2496 € / όχημα (τιμή 2010). Θεωρώντας μέσο ποσοστό εναλλαγής ίσο με 2 για το σύνολο της ημέρας, η τυπική ημερήσια ζήτηση θα είναι 744 οχήματα, ενώ σε ετήσια βάση θα ανέρχεται σε 230.640 οχήματα. Η ζήτηση για το 2010 εκτιμήθηκε στο 87% αυτής το 2020 (με δεδομένο ότι η συνολική αύξηση της επιβατικής κίνησης από το 2010 στο 2020

εκτιμήθηκε σε 13%), ώστε μέσα στην περίοδο 2010 – 2020 η ζήτηση των οχημάτων στο σταθμό να φτάσει κοντά στα επίπεδα χωρητικότητάς του.

Τα συνολικά έσοδα από τον Σ.Μ. λοιπόν για την περίοδο 2010 – 2039 υπολογίζονται στον παρακάτω πίνακα.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-10.** Έσοδα σταθμού μετεπιβίβασης ανά έτος (2010 - 2026)

Έτος	Έσοδα Σ.Μ.
2010	250.741
2011	250.741
2012	250.741
2013	250.741
2014	250.741
2015	250.741
2016	250.741
2017	250.741
2018	250.741
2019	250.741
2020	288.208
2021	288.208
2022	288.208
2023	288.208
2024	288.208
2025	288.208
2026	288.208



2027	288.208
2028	288.208
2029	288.208
2030	288.208
2031	288.208
2032	288.208
2033	288.208
2034	288.208
2035	288.208
2036	288.208
2037	288.208
2038	288.208
2039	288.208

Τα συνολικά έσοδα της επένδυσης παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-11.** Συνολικά έσοδα επένδυσης (2010 – 2039)

Έτος	Έσοδα κομίστρου	Εμπορικά έσοδα	Έσοδα Σ.Μ	συνολικά Έσοδα
2010	1.331.850	279.689	250.741	2.861.167
2011	1.343.358	282.105	250.741	2.883.772
2012	1.354.865	284.522	250.741	2.906.276
2013	1.366.372	286.938	250.741	2.928.830
2014	1.377.880	289.355	250.741	2.951.385
2015	1.389.387	291.771	250.741	2.973.940

2016	1.400.894	294.188	250.741	2.996.494
2017	1.412.402	296.604	250.741	3.019.049
2018	1.423.909	299.021	250.741	3.041.603
2019	1.435.417	301.437	250.741	3.064.157
2020	1.939.571	407.310	288.208	4.089.767
2021	1.958.967	411.383	288.208	4.127.783
2022	1,978.362	415.456	288.208	4.165.798
2023	1.997.758	419.529	288.208	4.203.814
2024	2.017.154	423.602	288.208	4.241.829
2025	2.036.550	427.675	288.208	4.279.845
2026	2.055.945	431.748	288.208	4.317.860
2027	2.075.341	435.822	288.208	4,355,876
2028	2.094.737	439.895	288.208	4,393,892
2029	2.114.132	443.968	288.208	4.431.907
2030	2.133.528	448.041	288.208	4.469.923
2031	2.150.122	451.526	288.208	4.502.447
2032	2.166.716	455.010	288.208	4.535.971
2033	2.183.310	458.495	288.208	4.567.496
2034	2.199.905	461.980	288.208	4.600.020
2035	2.216.499	465.465	288.208	4.632.545
2036	2.233.093	468.950	288.208	4.665.070
2037	2.249.687	472.434	288.208	4.697.594
2038	2.266.281	475.919	288.208	4.730.119

2039	2.282.875	479.404	288.208	4.762.643
------	-----------	---------	---------	-----------

### 5.2.5. Μεθοδολογία

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης θα γίνουν 4 χρηματοοικονομικές αναλύσεις (4 πίνακες ταμειακών ροών) για τα 4 σενάρια χρηματοδότησης που αναλύθηκαν παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη για όλη την περίοδο 2006 – 2039 (σταθερές τιμές 2006):

- α) τα καθαρά ετήσια έσοδα - έξοδα
- β) το κεφαλαιακό κόστος επένδυσης
- γ) το επιτόκιο προεξόφλησης
- δ) την υπολειμματική αξία της επένδυσης όπως εκτιμάται στην χρηματοοικονομική μελέτη της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ

προκύπτουν από τους πίνακες ταμειακών ροών (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α') τα εξής:

- Ο εσωτερικός χρηματοοικονομικός συντελεστής απόδοσης, IRR
- Η καθαρά παρούσα αξία, NPV

### 5.2.6. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης ήταν τα εξής:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-12:** Αποτελέσματα χρηματοοικονομικής ανάλυσης

	Σενάριο Α	Σενάριο Β	Σενάριο Γ	Σενάριο Δ
<b>NPV</b>	<b>-91.199.690,25€</b>	<b>-36.677.924,90€</b>	<b>-75.210.721,82€</b>	<b>-35.441.469,03€</b>
<b>IRR</b>	<b>0,13%</b>	<b>2,60%</b>	<b>-4,35%</b>	<b>-0,14%</b>

Από τα αποτελέσματα της χρηματοοικονομικής ανάλυσης συμπεραίνουμε πως ανεξαρτήτως χρηματοδοτικού σεναρίου η Καθαρά Παρούσα Αξία (NPV) είναι αρνητική και ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης είναι μικρότερος του επιτοκίου προεξόφλησης που σημαίνει ότι το έργο δεν θεωρείται οικονομικά βιώσιμο.

### 5.3. Κοινωνικοοικονομική ανάλυση

Στην κοινωνικοοικονομική ανάλυση θα αποτιμηθούν οι οικονομικές και κοινωνικές ωφέλειες που θα προκύψουν από την κατασκευή και λειτουργία του συστήματος της δυτικής επέκτασης της γραμμής 3 του ΜΕΤΡΟ «Αιγάλεω - Χαϊδάρυ». Η περίοδος ανάλυσης είναι ίδια με την περίοδο χρηματοοικονομικής ανάλυσης δηλαδή 36 έτη από τα οποία τα 6 αφορούν την περίοδο κατασκευής και τα 30 την περίοδο λειτουργίας του έργου. Η κοινωνικοοικονομική ανάλυση ωφέλειας κόστους βασίζεται στην αναγωγή των στοιχείων κόστους και ωφέλειας σε παρούσες αξίες και στον υπολογισμό των βασικών κοινωνικοοικονομικών δεικτών δηλαδή της Κοινωνικής Καθαρής Παρούσας Αξίας, (SNPV), του Κοινωνικού Συντελεστή Εσωτερικής Απόδοσης (SIRR). Οι οικονομικές ωφέλειες είναι αποτέλεσμα των θετικών επιδράσεων του έργου (είναι πιθανόν να υπάρξουν και αρνητικές επιδράσεις) και αποτελούν τις λεγόμενες άμεσες και μετρήσιμες επιδράσεις (direct and tangible effects) σε αντίθεση με άλλες επιδράσεις που δεν θεωρούνται άμεσες ή μετρήσιμες. Απαιτείται για παράδειγμα η εύρεση της αξίας χρόνου των επιβατών για διαφορετικούς σκοπούς μετακίνησης για να αποτιμηθεί η εξοικονόμηση χρόνου των μετακινούμενων από την ύπαρξη του Μετρό. Ομοίως απαιτείται η οικονομική αποτίμηση των μειούμενων εκπεμπόμενων ρύπων καθώς και των ωφελειών από τη βελτίωση της Οδικής Ασφάλειας παραδείγματος χάρη από τη μείωση των ατυχημάτων. Επίσης δυο ακόμη αγαθά που πρέπει ακόμα να αποτιμηθούν σε οικονομικούς όρους είναι η μείωση του λειτουργικού κόστους των οχημάτων και τα οφέλη από τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Η οικονομική αποτίμηση των μη αγοραίων αυτών αγαθών πραγματοποιείται όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο με τη μέθοδο της περιβαλλοντικής οικονομίας, τη μέθοδο Μεταφοράς – Οφέλους (Benefit Transfer).

Αξίζει να σημειωθεί πως για την κοινωνικοοικονομική ανάλυση οι χρηματοοικονομικές τιμές που αφορούν τις επενδύσεις και τα έξοδα με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων συντελεστών μετατροπής μετατρέπονται σε λογιστικές τιμές ή τιμές οικονομικής αποτελεσματικότητας ή κοινωνικής τιμές. Οι συγκεκριμένες μετατροπές γίνονται για να αφαιρεθούν από τα κόστη κατασκευής και λειτουργίας του έργου τις φορολογικές συνιστώσες όπως για παράδειγμα Φ.Π.Α. και κοινωνικές εισφορές. Οι συντελεστές μετατροπής είναι 0,75 για το κόστος κατασκευής, 0,72 για το κόστος Μισθοδοσίας, 0,98 για το ενεργειακό κόστος και

ανταλλακτικά υλικά, για διάφορα άλλα έξοδα είναι 0,75 και τέλος για την υπολλειμματική αξία είναι 0,79 (Ατικό Μετρό Α.Ε.). Τέλος, το βασικό επιτόκιο προεξόφλησης λήφθηκε ίσο με 5%.

#### **5.4. Οικονομική αποτίμηση των φυσικών επιπτώσεων της επέκτασης της γραμμής 3 Αιγάλεω – Χαϊδάρι με αναζήτηση ξένων μελετών**

Για την οικονομική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την κατασκευή της επέκτασης Χαϊδαρίου και του Σ.Μ στο Χαϊδάρι θα παρατεθούν μελέτες από έγκριτα επιστημονικά περιοδικά, από την επιστημονική βάση GEVAD (Greek Environmental Evaluation Database), και τέλος από την μελέτη κοινωνικοοικονομικής σκοπιμότητας της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.

##### **Μελέτες για την αξία του χρόνου μετακίνησης**

Η αξία του χρόνου μετακίνησης αναφέρεται στο κόστος του χρόνου που σπαταλείται στις μεταφορές, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου αναμονής και του χρόνου που απαιτείται για την άφιξη στον επιθυμητό προορισμό.

Μελέτη 1η: Javier Bilbao – Ubbillos, Spain (2008). The costs of urban congestion: Estimation of welfare losses arising from congestion on cross – town links roads.

Ο Javier Bilbao-Ubbillos σε έρευνα που πραγματοποίησε στην πόλη Bilbao της Ισπανίας, (2004), εκτίμησε τα κόστη και τις απώλειες ευημερίας που προκύπτουν από την αυξημένη κίνηση σε κεντρικούς οδικούς άξονες της πόλης. Μεταξύ αυτών εξετάζει το «κόστος» των καθυστερήσεων λόγω οδικής συμφόρησης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται στο άρθρο ότι ως «απώλεια χρόνου μετακίνησης» ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ταχύτητας με την οποία κινείται ένα αμάξι σε συνθήκες ομαλής κυκλοφορίας και της ταχύτητας με την οποία κινείται ένα αμάξι σε περίπτωση αυξημένης κίνησης. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται μια εκτίμηση του οικονομικού κόστους ανά έτος λόγω των καθυστερήσεων σε ώρες αιχμής:

**Πίνακας 5-13 :** Εκτίμηση του οικονομικού κόστους (€), σε τιμές 2010, ανά έτος λόγω των καθυστερήσεων σε ώρες αιχμής

Χρονικό διάστημα	Ταχύτητα		Αριθμός οχημάτων		Χαμένες ώρες ανά έτος	Κόστος ανά έτος σε (€)
	Παρατηρού- μενη (kph)	Θεωρητικ ή (kph)	Ελαφρύ όχημα/ ημέρα	Βαρύ όχημα/ ημέρα		
07 – 09	16,23	80,00	792	61	48.166	631.366
09 – 11	33,52	80,00	632	170	14.597	191.342
11 – 13	35,51	80,00	509	181	25.061	328.509
13 – 15	19,34	80,00	724	134	10.318	135.262
15 – 19	21,33	80,00	1157	278	46.657	611.597
19 – 22	36,23	80,00	1230	84	21.453	281.208
22 – 07	50,00	80,00	1047	20	10.613	139.112
00 - 24	-	80,00	6091	928	176.865	2.318.395

**Πηγή:** JavierBilbao-Ubillos (2004)

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του πίνακα η αυξημένη κυκλοφορία των οχημάτων μπορεί να προκαλέσει συνολικά 176.865h καθυστερήσεων των οποίων το επακόλουθο κόστος ανά έτος είναι 2.318.395€ (τιμές 2010).

**Μελέτη 2<sup>η</sup>:** Victoria Transport Policy Institute (2009). Transportation Cost and Benefit Analysis II –Travel Time Costs

Το U.S Department Of Transportation χρησιμοποιεί τις ακόλουθες τιμές χρόνου μετακίνησης για την αξιολόγηση μελλοντικών προγραμμάτων μεταφορών: χρόνος εντός οχήματος ισοδυναμεί με 8,60€ ανά άτομο/τηνώρα (ή 178€ ανά άτομο ανά έτος), χρόνος εκτός οχήματος (π.χ.αναμονήγιαλεωφορείο) 16,43€ ανά άτομο την ώρα (ή 342,36€ ανά άτομο ανά έτος).

**Μελέτη 3<sup>η</sup>:** Victoria Transport Policy Institute, (2009). Transportation Cost and Benefit Analysis II –Travel Time Costs

Στη μελέτη αυτή εκτιμάται ότι ο χρόνος μετακίνησης στο χώρο εργασίας κοστίζει περίπου 18,8€ ανά άτομο την ώρα (ή 390€ ανά άτομο ανά έτος), για διασκέδαση 5,37€ ανά άτομο την ώρα (ή 49€ ανά άτομο ανά έτος) και για διακοπές – ξεκούραση 3,58€ ανά άτομο την ώρα (ή 33€ ανά άτομο ανά έτος).

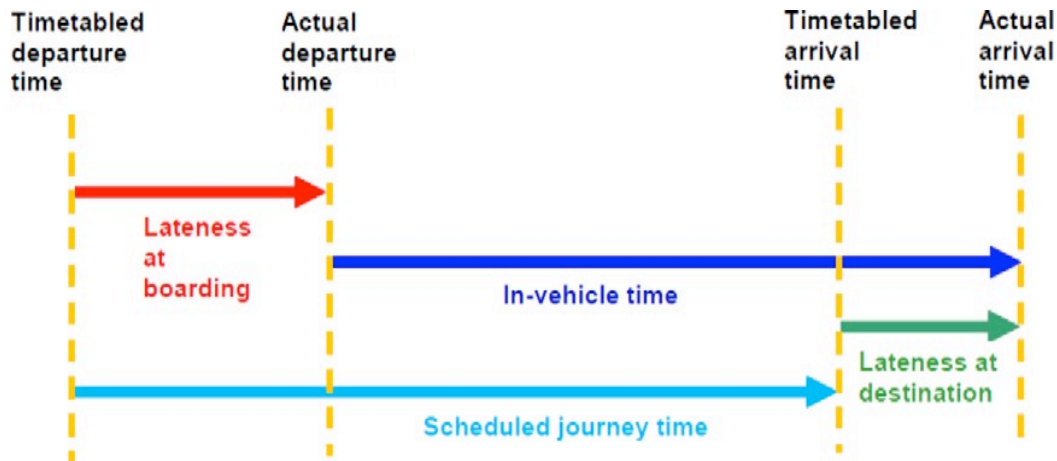
**Μελέτη 4<sup>η</sup>:** Elena Safirova, Kenneth Gillingham, Ian Parry, Peter Nelson, Winston Harrington and David Mason, (2000). Welfare and distributional effects of road pricing schemes for metropolitan Washington DC

Η κυκλοφοριακή συμφόρηση αποτελεί σημαντικό κόστος για την κοινωνία. Το Ινστιτούτο Μεταφορών του Τεξας εκτίμησε πως οι καθυστερήσεις των χρόνων ταξιδιού καθώς και επιπλέον τα συνακόλουθα κασαυέρια κοστίζουν στις Ηνωμένες Πολιτείες 68 δισεκατομύρια δολάρια το 2000. Η συμφόρηση είναι πιθανόν να επιδεινωθεί στο μέλλον με τη συνεχιζόμενη αύξηση των χιλιομέτρων που διανύονται από τα αυτοκίνητα. Για παράδειγμα στο μητροπολιτικό κέντρο της Ουάσινγκτον τα οχηματοχιλιόμετρα προβλέπεται να αυξηθούν κατά περισσότερο από 40% τα επόμενα 20 χρόνια. Συγκεκριμένα εκτίμησαν την αξία του χρόνου μετακίνησης του ταξιδιού (Small 1992b) σε 9,77€/ ώρα (τιμές 2010).

**Μελέτη 5<sup>η</sup>:** Zheng Li, David A. Hensher, John M. Rose, Australia, (2009). Willingness to pay for travel time reliability in passenger transport: A review and some new empirical evidence

Οι Zheng Li, David A. Hensher, John M. Rose αναγνωρίζοντας πως η αξιοπιστία του χρόνου μετακίνησης και η εκτίμησή του είναι σημαντική για τους επιβάτες θέλησαν να σχολιάσουν παλαιότερες μελέτες προτίμησης που χρησιμοποιούσαν τη μέθοδο προθυμίας των επιβατών να πληρώσουν για τη βελτίωση της αξιοπιστίας του χρόνου. Ενδιαφέρον αποτελεί το εξής σχήμα που παρουσιάζει τα χρονικά τμήματα ενός ταξιδιού.





Σχήμα 13: Χρονικά τμήματα ενός ταξιδιού (πηγή: Batley and Ibáñez (2009))

Συγκεκριμένα αναφέρονται μελέτες που έχουν εκτιμήσει οικονομικά την αξία του χρόνου καθυστέρησης :

- 1) Bates et al (2001): ο χρόνος καθυστέρησης έχει αποτιμηθεί οικονομικά 112,32€/ ώρα (τιμές 2010)
- 2) Batley and Ibáñez (2009): ο χρόνος καθυστέρησης έχει αποτιμηθεί οικονομικά 41,61€/ ώρα (τιμές 2010).

**Μελέτη 6<sup>η</sup>:** J.D. Shires, G.C. de Jong, (2003). An international meta-analysis of values of travel timesavings

Οι τιμές εξοικονόμησης χρόνου μετακίνησης χρησιμοποιούνται συχνά στην ανάλυση κόστους – οφέλους των έργων μεταφορών. Αυτοί μελέτησαν με τη μέθοδο της μετα - ανάλυσης πως μεταβάλλεται η αξία εξοικονομούμενου χρόνου μετακινήσεως με βάση το εισόδημα το εισόδημα, τη χώρα, την απόσταση, το σκοπό ταξιδιού. Επιπλέον η μετά- ανάλυση εφαρμόζεται για την παραγωγή νέων αξιών της εξοικονόμησης του χρόνου ταξιδιού για επαγγελματικά ταξίδια, μετακινήσεις και για άλλους σκοπούς των επιβατών για τα 25 μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην περίπτωση της Ελλάδας έχουν εκτιμήσει την αξία του χρόνου μετακίνησης μιας απόστασης (short distance commute travel) ως 9,74 €/ ώρα (τιμές 2010).

**Μελέτη 7<sup>η</sup>:** John Calfee, Clifford Winston, Washington, (1987). The value of automobile travel time: implications for congestion policy

Η συγκεκριμένη μελέτη διερευνά την αξία του χρόνου μετακίνησης με τη χρήση μοντέλων προτίμησης όπως με τη μέθοδο προθυμίας των κατοίκων (willingness to pay) να πληρώσουν για να εξοικονομήσουν χρόνο μετακίνησής τους. Συγκεκριμένα είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν 0,39€ / ώρα (τιμές 2010).

**Μελέτη 8<sup>η</sup>:** Oscar A ´lvarez, Pedro Cantos, Leandro Garcia, Spain (2001). The value of time and transport policies in a parallel road network

Εδώ γίνεται αναφορά της αποτίμησης εξοικονόμησης χρόνου μετακίνησης με τη μέθοδο δηλωμένης προτίμησης (stated preference) για την αξιολόγηση των πολιτικών και των επενδυτικών αποφάσεων που χρησιμοποιούνται στο σύστημα μεταφοράς. Συγκεκριμένα έχουν αποτιμήσει την αξία του χρόνου μετακίνησης καθώς και την αξία του χρόνου με βάση το λόγο για μετακίνηση, όπως το χρόνο μετακίνησης για πρόσβαση στον εργασιακό χώρο και τον λόγο μετακίνησης για οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα.

**Πίνακας 5-14 : Χρόνος μετακίνησης με βάση το λόγο μετακίνησης σε €/ώρα (τιμές 2010)**

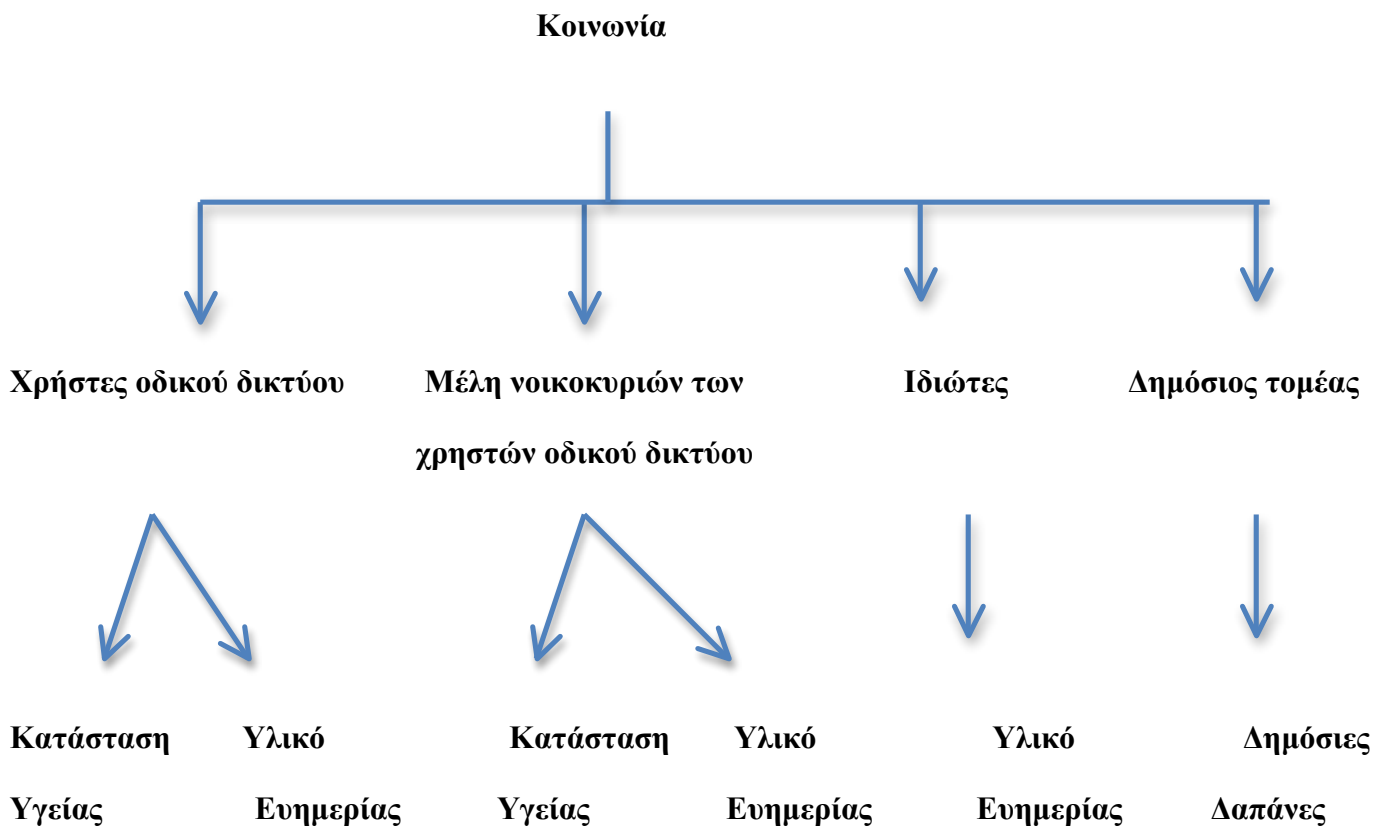
Λόγος μετακίνησης	Αξία χρόνου μετακίνησης	Αξία χρόνου προσέλευσης
Εργασία	49,62€	24,00€
Άλλη δραστηριότητα	35,73€	16,07€

**Αξία των ατυχημάτων**

Η αξία των ατυχημάτων εξαρτάται από τα εξής δυο βασικά στοιχεία:

α) το οικονομικό κόστος της ζημιάς, το οποίο περιλαμβάνει το κόστος της ιατρικής περίθαλψης, της απώλειας παραγωγής (συμπεριλαμβανομένων των εργασιών των νοικοκυριών), των υλικών ζημιών και της διοίκησης,

β) την αποτίμηση της χαμένης ποιότητας ζωής που προκαλείται από τον τραυματισμό, η οποία σε γενικές γραμμές είναι ισοδύναμη με την προθυμία των ανθρώπων να πληρώσουν για να μειώσουν τον κίνδυνο τραυματισμού. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι κοινωνικές ομάδες που επηρεάζονται από ένα ατύχημα.



**Σχήμα 14:** Οι επηρεαζόμενες κοινωνικές ομάδες από ένα ατύχημα (πηγή: Rune Elvik, Norway, 1994)

Από το παραπάνω σχήμα γίνεται αντιληπτό πως επηρεάζονται τέσσερις διαφορετικές ομάδες: 1) οι χρήστες των οδικών δικτύων, 2) τα μέλη του νοικοκυριού των χρηστών του οδικού δικτύου, 3) τρίτοι ιδιώτες, και τέλος 4) ο δημόσιος τομέας. Για τους χρήστες του οδικού δικτύου και των μελών του νοικοκυριού τους υπάρχουν δυο διαφορετικά είδη δαπανών όπως παρουσιάζονται στο σχήμα «κατάσταση υγείας» και «υλικό ευημερίας». Οι πρώτες δαπάνες αναφέρονται στα κόστη που έχουν να κάνουν με την κατάσταση της υγεία του

τραυματισμένους, σωματική, πνευματική. Οι δεύτερες αποτελούν τα χρηματοοικονομικά έξοδα, τις κοινωνικές ασφαλιστικές πληρωμές. Οι τρίτοι ιδιώτες αποτελούν τους καταναλωτές.

**Μελέτη 1<sup>η</sup>:** Ian W.H. Parry, Govinda R. Timilsina, (2010). How should passenger travel in Mexico City be priced?

Στην μελέτη αυτή χρησιμοποίησαν ένα αναλυτικό μοντέλο προσωμοίωσης για να εξετάσουν τη βέλτιστη τιμολόγηση του συστήματος μεταφοράς των επιβατών στην Πόλη του Μεξικού. Στο μοντέλο αυτό ενσωματώνουν το ταξίδι με τη χρήση του αυτοκινήτου, μικρού λεωφορείου, λεωφορείου, σιδηρόδρομου καθώς και κόστη από την τοπική και παγκόσμια ατμοσφαιρική ρύπανση, κυκλοφοριακή συμφόρηση και τα τροχαία ατυχήματα που προκαλούνται από τη χρήση αυτών. Σε αυτή την εργασία αυτό που μας αφορά είναι τα κόστη από τα ατυχήματα που προκαλούνται. Συγκεκριμένα,

- 1) τα ατυχήματα που προκαλούνται ανά οχηματοχιλιόμετρο έχουν εκτιμηθεί ως 9,91€ (τιμές 2010)
- 2) τα ατυχήματα που προκαλούνται ανά χιλιόμετρο επιβάτη κοστίζουν 0,62 € (τιμές 2010)

**Μελέτη 2<sup>η</sup>:** Rune Elvik, Norway, (1991). The external costs of traffic injury: definition, estimation, and possibilities for internalization,

Εδώ αναλύεται και εκτιμάται το εξωτερικό κόστος των τραυματισμών εξαιτίας της κυκλοφορίας στη Νορβηγία (1991). Συγκεκριμένα αναφέρουν πως εξωτερικά κόστη αποτελούν όλες οι δαπάνες που επιβάλλονται στους άλλους και ας μην γεννιούνται από το πρόσωπο του οποίου η δραστηριότητα δημιουργεί το κόστος. Προσδιορίζουν τρεις τύποι εξωτερικού κόστους τα κόστη από το σύστημα, κόστη από φυσικούς τραυματισμούς και κόστη από εξωγενείς παράγοντες κυκλοφορίας. Τα κόστη του συστήματος αποτελούν οι δαπάνες των χρηστών του οδικού δικτύου που επιβάλλουν στην υπόλοιπη κοινωνία. Οι φυσικοί τραυματισμοί αποτελούν τις δαπάνες που μια ομάδα χρηστών του οδικού δικτύου επιβάλλει πάνω στην άλλη σε τροχαία ατυχήματα στα οποία εμπλέκονται και οι δύο. Τέλος, κόστη από εξωγενείς παράγοντες αποτελούν τα κόστη που επιβάλλονται σε άλλους χρήστες του οδικού δικτύου όταν ένας επιπλέον χρήστης κυκλοφορεί στο οδικό δίκτυο. Από την

εργασία χρήσιμα είναι τα συνολικά κόστη που προκαλούνται από όλα τα είδη των ατυχημάτων στη Νορβηγία, τα οποία εκτιμώνται ως 164024,28€ ανά ατύχημα (τιμές 2010).

**Μελέτη 3<sup>η</sup>:** Khair S. Jadaan, (1987). Traffic accidents in Kuwait: an economic dimension

Με βάση μιας μεθόδου που χρησιμοποιεί ο Kisr (1984) τα ατυχήματα αποτιμώνται οικονομικά 304570,54 € ανά έτος (τιμές 2010).

**Μελέτη 4<sup>η</sup>:** Kent S. Lindqvist and Hakan Brodi, (1996) one-year economic consequences of accidents in a Swedish municipality

Οι στόχοι αυτής της μελέτης ήταν να αναπτύξει ένα σύστημα για τον υπολογισμό των οικονομικών συνεπειών των ατυχημάτων κατά τη διάρκεια ενός έτους σε μια περιοχή της Σουηδίας. Η έρευνα των ατυχημάτων πραγματοποιήθηκε σε μια περιοχή με πληθυσμό άνω των 41.000. Σημειώθηκαν επομένως όλα τα ατυχήματα (N = 4926) που συνέβησαν μέσα σε περίοδο 12 μηνών και απαιτούσαν ιατρική φροντίδα. Το κόστος συμπεριλαμβανομένων τα κόστη από τις ασφαλιστικές εταιρείες, της υγειονομικής περίθαλψης είτε εσωνοσοκομειακής είτε εξωνοσοκομειακής υπολογίζεται σε 2,44 εκατομμύρια € (τιμές 2010).

**Μελέτη 5<sup>η</sup>:** Luke B. Connelly, Richard Supangan, (2003). The economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories

Σε αυτή την μελέτη λαμβάνονται λεπτομερή δεδομένα σχετικά με τις απώλειες από τα ατυχήματα εξαιτίας της οδικής κυκλοφορίας για καθεμία από τα οκτώ κράτη της Αυστραλίας το 2003. Εμείς θα πάρουμε αντιπροσωπευτικά την κοστολόγηση των ατυχημάτων για μια περιοχή (Queensland) και είναι 2189,63 εκατομμύρια (τιμές 2010).

**Μελέτη 6<sup>η</sup>:** Έρευνα του Ε.Μ.Π. το 2006 που πραγματοποιήθηκε από την Αγγελική Κοψαχείλη, Συγκοινωνιολόγο Μηχανικό Ε.Μ.Π σχετικά με το κόστος των οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα κατέληξε σε ένα μέσο κόστος ατυχήματος περί τις 136.691,5 €

Πίνακας 5-15: Κόστος οδικών ατυχημάτων στην Ελλάδα

Κόστος ατυχημάτων σε € με	Νεκρός	Βαριά τραυματίας	Ελαφρά τραυματίας
Κόστος υλικών ζημιών	32.768,36	20.537,64	15.836,87
Γενικευμένο κόστος	503.969,38	27.229,68	7.927,78
Ανθρώπινο κόστος	987.087,23	128.321,33	9.870,87
Σύνολο	1.523.824,97	176088,65	33635,52
Ποσοστό παθόντων	5,81%	11,60%	82,59%
Μέσο Κόστος Ατυχήματος	136.691,5		

**Μελέτη 7<sup>η</sup>:** Σε εγχειρίδιό της η Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το πρόγραμμα impact αναφέρει πως το κόστος των ατυχημάτων στην Γερμανία σε αστική πόλη είναι περίπου 4,12 € ανά οχηματοχιλιόμετρο (2000) το οποίο με τη μέθοδο benefit transfer αποτιμάται στην Ελλάδα του 2010 και είναι 4,01 € ανά οχηματοχιλιόμετρο.

### Αξία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Ο όρος «κόστος ατμοσφαιρικής ρύπανσης» αναφέρεται στις επιβλαβείς συνέπειες των ρυπαντών που προέρχονται από μηχανοκίνητα οχήματα, στην ανθρώπινη υγεία, στην οικολογία και στην αισθητική υποβάθμιση του τοπίου.

**Μελέτη 1<sup>η</sup>:** Andre's Monzo'n, Mari'a-Jose' Guerrero, Spain, (2004). Valuation of social and health effects of transport-related air pollution in Madrid

Οι κοινωνικές επιπτώσεις των ρύπων από τις κινητές πηγές αποτελούν βασικό στοιχείο στον πολεοδομικό σχεδιασμό και προγραμματισμό της κυκλοφορίας. Οι ρύποι παρουσιάζουν σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων των πόλεων. Η Μαδρίτη αποτελεί ένα

παράδειγμα πόλης που υποφέρει χρόνια από κυκλοφοριακή συμφόρηση με αποτέλεσμα τα επίπεδα ρύπανσης να υπερβαίνουν τα πρότυπα ποιότητας του αέρα για ορισμένους ρύπους. Η εργασία αυτή επικεντρώνεται στην κοινωνική αξιολόγηση των οφειλόμενων από τα μέσα μεταφοράς ρύπων. Χρησιμοποιώντας μια μέθοδο η οποία λαμβάνει υπόψη τα κόστη που συνδέονται με τις απώλειες του χρόνου εργασίας, τη θνησιμότητα και τον ανθρώπινο πόνο. Επομένως, σύμφωνα με αυτά τα κόστη από τις εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα εκτιμώνται σε 40,43 € ανά κάτοικο.

**Μελέτη 2<sup>η</sup>:** Σε εγχειρίδιο η Ευρωπαϊκή Ένωση με βάση το πρόγραμμα impact το 2008 περιγράφει για τη Γερμανία τα εξής:

- 1) Το κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε μια μέρα αστικής πόλης για μέσης κατηγορίας αυτοκινήτου ανά οχηματο-χιλιόμετρο 0,16€ (τιμές 2010).
- 2) Το κόστος των ρύπων της κλιματικής αλλαγής για μέσης κατηγορίας επιβατικό αυτοκίνητο 0,65€ ανά οχηματοχιλιόμετρο.
- 3) Ομοίως το κόστος της ρύπανσης του εδάφους – των νερών 0,059€ ανά οχηματοχιλιόμετρο.

**Μελέτη 3<sup>η</sup>:** Andres Monzon and Maria – Jose Guerrero. (2004). Valuation of social and health effects of transport – related air pollution in Madrid (Spain).

Οι Andres Monzon και Maria – Jose Guerrero, σε έρευνα που πραγματοποίησαν στη Μαδρίτη της Ισπανίας (2004), μελέτησαν το κόστος της αέριας ρύπανσης από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Το κόστος των επιπτώσεων από τους εκπεμπόμενους αέριους ρύπους κατά τις οδικές μεταφορές, υπολογίστηκε στα 461 εκατομμύρια € (σε τιμές 2010). Ως πιο σοβαρές επιπτώσεις αναφέρονται το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η θνησιμότητα, ενώ τα αυτοκίνητα φαίνεται να είναι η κύρια πηγή ρυπαντών. Για να περιοριστεί η αέρια ρύπανση, την 1<sup>η</sup> Αυγούστου του 2002 επιβλήθηκε στη Μαδρίτη επιβάρυνση 0,011 € (σε τιμές 2010) για κάθε λίτρο πετρελαίου. Σύμφωνα με υπολογισμούς, αυτός ο φόρος, για τα ιδιωτικά οχήματα θα μπορούσε να φτάσει τα 11.500.000€ ανά έτος, ποσό που αντιστοιχεί σε περίπου 4 € ανά κάτοικο ανά έτος.



**Μελέτη 4<sup>η</sup>:** Yan Wang. and Yi-Sheng Zhang, China, (2009). Air quality assessment by contingent valuation in Jinan

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην πόλη Jinan της Κίνας, (YanWangandYi-ShengZhang, 2008), εξετάστηκε η προθυμία των κατοίκων να πληρώσουν κάποιο χρηματικό ποσό (WTP) προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Υποθετικής Αξιολόγησης. Επιλέχθηκε ένα δείγμα 1.500 κατοίκων προκειμένου τα αποτελέσματα να είναι έγκυρα. Στη συνέχεια, ακολούθησαν προσωπικές συνεντεύξεις όπου οι ερωτηθέντες υποβλήθηκαν σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το 59% των ερωτηθέντων απάντησαν θετικά στο ενδεχόμενο να πληρώσουν και μάλιστα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν κατά μέσο όρο 9,94€ ανά άτομο το χρόνο (τιμές 2010).

**Μελέτη 5<sup>η</sup>:** Hong Wang. and John Mullahy, China (2006). Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην πόλη Chongqing της Κίνας, (HongWangandJohnMullahy, 2006) μελετήθηκε, με τη μέθοδο της Υποθετικής Αξιολόγησης, η προθυμία των κατοίκων να καταβάλουν ένα χρηματικό ποσό προκειμένου να σωθεί «στατιστικά» μια ανθρώπινη ζωή από τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρεται στο άρθρο, το 76% της ενέργειας προέρχεται από την κατανάλωση άνθρακα που είναι και η κύρια αιτία της αέριας ρύπανσης. Φραγμό για την ανάπτυξη πολιτικής ελέγχου της αέριας ρύπανσης αποτελεί η έλλειψη πληροφόρησης, σχετικά με την οικονομική αξία των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην ανθρώπινη υγεία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα 500 κατοίκων στους οποίους έγιναν προσωπικές συνεντεύξεις με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, και προέκυψε ότι το 96% των ερωτηθέντων ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν κατά μέσο όρο για τον έλεγχο της ατμοσφαιρικής ρύπανσης 4,18 € ανά άτομο ανά έτος (τιμές 2010).

**Μελέτη 6<sup>η</sup>:** Javier Bilbao – Ubillos, Spain, (2008). The costs of urban congestion: Estimation of welfare losses arising from congestion on cross – town links roads

Ο Javier Bilbao-Ubillos σε έρευνα που πραγματοποίησε στην πόλη Bilbao της Ισπανίας, (2004), εκτίμησε τα κόστη και τις «απώλειες ευημερίας» που προκύπτουν από την αυξημένη κίνηση σε κεντρικούς οδικούς άξονες της πόλης. Για το σκοπό αυτό αρχικά, χρησιμοποίησε μετρήσεις και δείγματα των επιπέδων για παράδειγμα του θορύβου, των εκπομπών κ.λπ., και έπειτα με τη βοήθεια άλλων ερευνητικών εργασιών, (μέθοδος BenefitTransfer), εκτίμησε τα αντίστοιχα κόστη. Αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 5-15:** Αποτίμηση ανά έτος (€) σε τιμές 2010 των εκπεμπόμενων αερίων κατά τη διάρκεια οδικής συμφόρησης

Τύπος Οχήματος	Ρύπανση	Κλιματική αλλαγή	Σύνολο
Επιβατηγά οχήματα	37756	25.085,52	62.841
Φορτηγά οχήματα	34.717,69	12.797,18	47514,87
Σύνολο	72473,71	37.882,7	110356,4

Πηγή: Javier Bilbao-Ubillos (2004)

**Μελέτη 7<sup>η</sup>:** Joseph V. Spadaro and Ari Rabl. (2001). Damage costs due to automotive air pollution and the influence of street canyons

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Γαλλία (Spadaro and Ari Rabl, 2001) χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία ExternE Project of the European Commission, αποτιμήθηκε το κόστος της αέριας ρύπανσης από οχήματα διαφόρων ηλικιών. Η έρευνα έγινε με βάση δυο περιπτώσεις μελέτης: μια διαδρομή εντός Παρισιού και τη διαδρομή από το Παρίσι στη Λυόν. Για τα οχήματα παλαιότερης τεχνολογίας (μέχρι το 1997), το κόστος εκτιμάται ότι κυμαίνεται από 0,19€ έως 0,39€ ανά km. Για τα οχήματα μετά το 1997, το κόστος μειώνεται σε 0,1€ έως 0,9€ ανά km. Πιο συγκεκριμένα, βενζινοκίνητα οχήματα χωρίς καταλύτη εμφανίζουν ένα κόστος 0,78€ ανά km, ενώ τα καταλυτικά οχήματα που συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές Euro II προκαλούν εξωτερικό κόστος μεταξύ 0,081€ και 0,1256 € ανά km.

**Μελέτη 8<sup>η</sup>:** Mark Wardman and Abigail L. Bristow, England, (2004). Traffic related noise and air quality valuations: evidence from stated preference residential choice models

Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Αγγλία (Mark Wardman and Abigail L. Bristow, 2004) με τη μέθοδο της Υποθετικής Αξιολόγησης εξέτασε την προθυμία πληρωμής των νοικοκυριών να πληρώσουν έναν επιπρόσθετο φόρο για να βελτιώσουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας κατά 50%. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα νοικοκυριά ήταν διατεθειμένα να πληρώσουν κατά μέσο όρο 2,23€ ανά εβδομάδα ή 107,04€ ανά χρόνο.

Στην ίδια έρευνα χρησιμοποιήθηκε και δεύτερο σενάριο, το οποίο αφορούσε στην επιλογή δυο κατοικιών, Α και Β, οι οποίες βρίσκονταν σε περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά (μεταξύ αυτών και η ποιότητα της ατμόσφαιρας). Από τις απαντήσεις που δόθηκαν εκτιμήθηκε ότι τα νοικοκυριά ήταν διατεθειμένα να δαπανούν περίπου 8,37€ ανά εβδομάδα επιπλέον ή 402,03€ ανά χρόνο, για να κατοικήσουν στην περιοχή με την καλύτερη ποιότητα της ατμόσφαιρας.

**Μελέτη 9<sup>η</sup>:** Fredrik car lsson and Olof Johansson-Stenman, Sweden, (2000). Willingness to pay for improved air quality in Sweden

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία (Fredrik car lsson and Olof Johansson-Stenman, 2000) μελετήθηκε η προθυμία των κατοίκων να πληρώσουν (WTP) για βελτιωμένη ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης (Contingent Valuation Method–CVM). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε το 1996 και περιελάμβανε 3.240 ερωτηθέντες σε 1.922 νοικοκυριά και προέκυψε ότι για 50% μείωση των ρυπαντών της ατμόσφαιρας στην περιοχή που δουλεύουν και εργάζονται, οι κάτοικοι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν 212,01€ ανά άτομο ανά έτος.

**Μελέτη 10<sup>η</sup>:** M. Maibach, C. Schreyer, D. Sutter (INFRAS), H.P. van Essen, B.H. Boon, R. Smokers, A. Schroten (CE Delft), C. Doll (Fraunhofer Gesellschaft – ISI), B. Pawlowska, M. Bak (University of Gdansk), (2008). Handbook on estimation of external costs in the transport sector

Στο εγχειρίδιο αυτό περιγράφονται τα εξωτερικά κόστη που προκύπτουν από τον τομέα των μεταφορών. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το κόστος σε € ανά tn ρυπαντή για την Ελλάδα:

**Πίνακας 5-16** : Κόστος ατμοσφαιρικής ρύπανσης (€), σε τιμές 2010, ανά tn ρύπου

Χώρα	Ρύποι			
	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>
Ελλάδα	1.107	1.936,904	344.402,5	137.781,9

Πηγή: Ευρωπαϊκή Ένωση, 2008

### Αξία του Θορύβου

Ο όρος «θόρυβος» αναφέρεται σε ανεπιθύμητους ήχους και δονήσεις. Τα μηχανοκίνητα οχήματα προκαλούν διαφόρων ειδών θορύβους, συμπεριλαμβανομένων της επιτάχυνσης της μηχανής, της επαφής των ελαστικών με το οδόστρωμα, των κορναρισμάτων και των συναγερμών των αυτοκινήτων. Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ, ο τομέας των μεταφορών αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή θορύβου. Οι μοτοσυκλέτες, τα φορτηγά οχήματα και τα λεωφορεία συμβάλλουν σε πολύ μεγάλο βαθμό στην πρόκληση θορύβου.

Μελέτες για τον οδικό θόρυβο που έχουν υλοποιηθεί σε ευρωπαϊκές και μη χώρες δείχνουν ότι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της οικονομικής αξίας του θορύβου διαφέρουν. Γενικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι υπάρχουν δυο βασικές προσεγγίσεις:

- ✓ *Οικονομική αξία ανά dB ανά έτος που μετριέται από το NSDI (Noise Depreciation Sensitivity Index), που ορίζεται ως το ποσοστό αλλαγής στις τιμές των ακινήτων ανά dB (Ανάλυση Αγορών Ωφέλιμων Χαρακτηριστικών – Hedonic Pricing Method).*
- ✓ *Οικονομική αξία ανά έτος ανά άτομο ή ανά νοικοκυριό που ενοχλούνται από το θόρυβο (Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης – Contingent Valuation ή άλλη άμεση προσέγγιση, π.χ. Πειράματα Επιλογής – Choice Experiment ή Συνδυαστική Ανάλυση – Conjoint Analysis).*

**Μελέτη 1<sup>η</sup>:** Το DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) δίνει τα συνολικά αποτελέσματα από 64 μελέτες που περιλαμβάνουν τόσο πρωτογενείς έρευνες αποτίμησης όσο και δευτερογενείς έρευνες. Ορισμένες από αυτές τις μελέτες και τα αποτελέσματά τους παρατίθενται παρακάτω:

- ο Στην Αγγλία, η HETA ( Highways Economics And Traffic Affairs) δίνει μια τιμή της τάξης των 33,08 € ανά νοικοκυριό ανά έτος για βελτίωση θορύβου, που βασίζεται στην έρευνα του Tich πάνω στη μελέτη του Soguel (1991, 1994).
- ο Στο Όσλο της Νορβηγίας εκτιμήθηκε ότι προκειμένου να μειωθεί η ένταση του θορύβου από την κυκλοφορία των οχημάτων (Navrud, 2000), κάθε νοικοκυριό ήταν διατεθειμένο να πληρώσει κατά μέσο όρο 26,17 € ανά έτος (τιμές 2010). Όλα τα νοικοκυριά που εξετάστηκαν, εκτέθηκαν σε επίπεδα θορύβου από 65 dB και πάνω.
- ο Στη Γαλλία το Directorate for public roads εφαρμόζει μια οικονομική αξία περίπου 966.358 € (τιμές 2010) ανά άτομο που επηρεάζεται από το θόρυβο ανά έτος.
- ο Στη Σουηδία το Director ateforpublicroads χρησιμοποιεί μια οικονομική αξία ανά άτομο που ενοχλείται από το θόρυβο που κυμαίνεται από 0€ στα 50 dB έως 1451 € στα 75 dB (τιμές 2010), η οποία βασίζεται σε μια έρευνα που έγινε στη Στοκχόλμη με τη μέθοδο της Αγοράς Ωφέλιμων Χαρακτηριστικών από τον Wilhelmsson το 1997.
- ο Ειδικοί στη Νορβηγία προτείνουν την τιμή 1026 € (τιμές 2010) ανά άτομο «πολύ» ενοχλημένο από το θόρυβο. Επίσης υποθέτουν ότι με αύξηση του θορύβου κατά ένα dB θα υπάρξει αύξηση του ποσοστού των ατόμων που είναι «πολύ» ενοχλημένα κατά 2%. Έτσι προκύπτει μια προτεινόμενη αξία 20.52 € (τιμές 2010) ανά dB και ανά άτομο που εκτίθεται στο θόρυβο ανά έτος.

**Μελέτη 2<sup>η</sup>:** Javier Bilbao – Ubbillos, Spain (2008). The costs of urban congestion: Estimation of welfare losses arising from congestion on cross – town links roads.

Ο Javier Bilbao-Ubbillos σε έρευνα που πραγματοποίησε στην πόλη Bilbao της Ισπανίας, (2004), εκτίμησε τα κόστη και τις απώλειες ευημερίας που προκύπτουν από την αυξημένη κίνηση σε κεντρικούς οδικούς άξονες της πόλης. Για το σκοπό αυτό αρχικά, χρησιμοποίησε μετρήσεις και δείγματα των επιπέδων για παράδειγμα του θορύβου, των εκπομπών κ.λπ., και έπειτα με τη βοήθεια άλλων ερευνητικών εργασιών, (μέθοδος Benefit Transfer), εκτίμησε τα

αντίστοιχα κόστη. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το εκτιμώμενο κόστος ανά έτος από την ηχορύπανση λόγω οδικής συμφόρησης σε κεντρικές οδούς αστικών περιοχών. Όπως προκύπτει από τον παρακάτω πίνακα το συνολικό εκτιμώμενο κόστος είναι 103.743 € ανά έτος (τιμές 2010).

**Πίνακας 5-17:** Εκτιμώμενο κόστος (€), σε τιμές 2010 ηχορύπανσης ανά έτος λόγω οδικής συμφόρησης σε κεντρικές οδούς αστικών περιοχών.

	<b>Μήκος αυτοκινητόδρομου (km)</b>	<b>Αριθμός οχημάτων</b>	<b>Εκτιμώμενο κόστος (€)</b>
	2,3	3.664.069	82.938
	0,7	3.019,96	20.804
<b>Σύνολο</b>	3	6.684.012	103.743

Πηγή: Javier Bilbao-Ubillos, (2004)

**Μελέτη 3<sup>η</sup>:** Kwang Sik Kim, Sung Joong Park and Young-Jun Kweon, Korea, (2007). Highway traffic noise effects on land price in an urban area

Η επίπτωση της ηχορύπανσης στην αξία της ιδιοκτησίας μελετήθηκε στην Σεούλ της Κορέας (Kwang Sik Kim, Sung Joong Park and Young-Jun Kweon, 2007). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της «Αγοράς ωφέλιμων χαρακτηριστικών». Η έρευνα έδειξε ότι αν το επίπεδο ηχορύπανσης αυξηθεί κατά 1%, τότε σημειώνεται πτώση στην αξία της ιδιοκτησίας κατά 1,3%. Με βάση την παρατήρηση αυτή, το ετήσιο κόστος ανά χιλιόμετρο λόγω ηχορύπανσης ανέρχεται περίπου στα 298.559.6 € σε τιμές 2010 ή 1.04 € ανά άτομο ανά έτος.

**Μελέτη 4<sup>η</sup>:** M.A. Martin , A. Tarrero, J. Gonzalez and M. Machimbarrena Spain, (2006). Exposure – effect relationships between road traffic noise annoyance and noise cost valuations in Valladolid

Η έκθεση γενικά σε θόρυβο μελετήθηκε στην πόλη Valladolid της Ισπανίας (M.A. Martin ,A. Tarrero, J. Gonzales and M. Machimbarrena, 2006). Ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν σε ένα

δείγμα κατοίκων εντός ενός φανταστικού τετραγώνου, πλευράς 250m. Η μελέτη έδειξε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό όχλησης των κατοίκων προερχόταν από το θόρυβο λόγω της κυκλοφορίας των οχημάτων. Στην ερώτηση, «πόσο θεωρούν οι κάτοικοι ότι πρέπει να πληρώσουν για να μειωθούν τα επίπεδα θορύβου», τα αποτελέσματα έδειξαν ότι θα ήταν διατεθειμένοι να πληρώσουν κατά μέσο όρο 7,78€ (τιμές 2010) ανά άτομο και ανά έτος, ενώ στο ερώτημα, «πόσα χρήματα θα έπρεπε η τοπική αυτοδιοίκηση να επενδύσει προκειμένου να ελαττωθεί ο θόρυβος», το ποσό αντιστοιχεί περίπου σε 12.82€ (τιμές 2010) ανά άτομο και ανά έτος.

**Μελέτη 5<sup>η</sup>:** Victoria Transport Policy Institute (2009). Transportation Cost and Benefit Analysis II – Noise Costs

Μελέτη του B.C. Ministry of Transportation and Highways (1997) αναφέρει ότι το κόστος της ηχορύπανσης ανέρχεται κατά μέσο όρο στα 1922.25€ ανά άτομο το χρόνο (τιμές 2010) και το ποσό αυτό αυξάνεται για άτομα που μένουν κοντά σε λεωφόρους και κεντρικές οδούς.

**Μελέτη 6<sup>η</sup>:** Barreiro J., Mercedes S and Montserrat V-G. (2005). How much are people willing to pay for silence? A contingent valuation study.

Στην πόλη Pamplona της Ισπανίας (Barreiro J., Mercedes S. and Montserrat V-G, 2005) εκτιμήθηκε η αξία ενός προγράμματος μείωσης του θορύβου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της Υποθετικής Αξιολόγησης (Contingent Valuation). Κατά τη διάρκεια της έρευνας αποδείχθηκε ότι οι κάτοικοι ήταν πρόθυμοι να πληρώσουν ώστε να μειωθεί ο θόρυβος και να βελτιωθεί η ποιότητα ζωής τους. Συγκεκριμένα, η προθυμία πληρωμής κατά μέσο όρο κυμαινόταν από 34.55€ - 38.47€ ανά νοικοκυριό ανά έτος.

**Μελέτη 7<sup>η</sup>:** Σε εγχειρίδιο η Ευρωπαϊκή Ένωση το 2008 περιγράφει για τη Γερμανία το εξής:

Το κόστος θορύβου σε μια μέρα αστικής πόλης για μιας μέσης κατηγορίας αυτοκινήτου ανά οχηματο-χιλιόμετρο, το οποίο εκτιμάται ως 0,73€ (τιμές 2010).

**Μελέτη 8<sup>η</sup>:** H.A. Nijlanda,, E.E.M.M. Van Kempena, G.P. Van Weeb, J. Jabben, Netherlands (2003). Costs and benefits of noise abatement measures

Εδώ γίνεται περιγραφή μιας ανάλυσης – κόστους οφέλους από έναν αριθμό πιθανών μέτρων μείωσης του θορύβου στην Ολλανδία. Οι παροχές υπολογίζονται σύμφωνα με τις προτιμήσεις των καταναλωτών για τις κατοικίες, καθώς και οι αξίες που εφαρμόζονται προέρχονται από δυο διαφορετικές μεθοδολογίες (hedonic pricing and contingent valuation). Σημειώνεται πως η προθυμία των κατοίκων να πληρώσουν για τη μείωση του θορύβου είναι 15,7€ (τιμές 2010).

Τέλος, μια άλλη μελέτη για την οδική μεταφορά από το εγχειρίδιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Handbook on estimation of external costs in the transport sector) (2000) αναφέρει για τη Γερμανία τα εξής:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-18:** Εξωτερικά κόστη οδικής μεταφοράς στη Γερμανία

Cost component		Passenger car	Heavy duty vehicle (HDV)
€ct/vkm		Unit costs (bandwidths)	Unit costs (bandwidths)
<b>Θόρυβος</b>	Urban, day	0.76 (0.76 - 1.85)	7.01 (7.01 - 17.01)
	Urban, night	1.39 (1.39 - 3.37)	12.8 (12.8 - 31)
	Interurban, day	0.12 (0.04 - 0.12)	1.1 (0.39 - 1.1)
	Interurban, night	0.22 (0.08 - 0.22)	2 (0.72 - 2)
<b>Congestion</b>	Urban, peak	30 (5 - 50)	75 (13 - 125)
	Urban, off-peak	0 (-)	0 (-)
	Interurban, peak	10 (0 - 20)	35 (0 - 70)
	Interurban, off-peak	0 (-)	0 (-)
<b>Accidents</b>	Urban	4.12 (0 - 6.47)	10.5 (0 - 13.9)
	Interurban	1.57 (0 - 2.55)	2.7 (0 - 3.5)
<b>Air pollution</b>	Urban, petrol	0.17 (0.17 - 0.24)	(-)
	Urban, diesel	1.53 (1.53 - 2.65)	10.6 (10.6 - 23.4)
	Interurban, petrol	0.09 (0.09 - 0.15)	(-)
	Interurban, diesel	0.89 (0.89 - 1.8)	8.5 (8.5 - 21.4)
<b>Climate change</b>	Urban, petrol	0.67 (0.19 - 1.2)	(-)
	Urban, diesel	0.52 (0.14 - 0.93)	2.6 (0.7 - 4.7)
	Interurban, petrol	0.44 (0.12 - 0.79)	(-)
	Interurban, diesel	0.38 (0.11 - 0.68)	2.2 (0.6 - 4)
<b>Up- and downstream</b>	Urban, petrol	0.97 (0.97 - 1.32)	(-)
	Urban, diesel	0.61 (0.61 - 1.05)	3.1 (3.1 - 6.9)



processes	Interurban, petrol	0.65 (0.65 - 1.12)	( - )
	Interurban, diesel	0.45 (0.45 - 0.92)	2.7 (2.7 - 6.7)
Nature & landscape	Urban	-	0 (0 - 0)
	Interurban	0.4 (0 - 0.4)	1.15 (0 - 1.15)
Soil & water pollution	Urban/Interurban	0.06 (0.06 - 0.06)	1.05 (1.05 - 1.05)
<b>Total</b>			
<b>Urban</b>	Day, peak	36.7 (7.1 - 61.1)	109.8 (35.5 - 192)
	Day, off-peak	6.7 (2.1 - 11.1)	34.8 (22.5 - 67)
	Night, off-peak	7.4 (2.8 - 12.7)	40.6 (28.2 - 80.9)
<b>Interurban</b>	Day, peak	13.3 (1 - 25.2)	54.4 (13.3 - 109)
	Day, off-peak	3.3 (1 - 5.2)	19.4 (13.3 - 39)
	Night, off-peak	3.4 (1 - 5.3)	20.3 (13.6 - 39.9)

### 5.5. Οικονομική αποτίμηση με βάση την μελέτη της Αττικό Μετρό με θέμα την κοινωνικοοικονομική ανάλυση της επέκτασης και σταθμού Μετεπιβίβασης Χαϊδαρίου.

#### Οικονομική αποτίμηση του χρόνου εξοικονόμησης

Για να αποτιμηθεί η εξοικονόμηση χρόνου απαιτείται η εκτίμηση της αξίας του χρόνου (ΑτΧ) των μετακινούμενων. Η Μελέτη Ανάπτυξης του Μετρό(MAM) με εκτεταμένη έρευνα δεδηλωμένης επιλογής 600 μετακινούμενων, εκτίμησε ότι στην αθήνα η ΑτΧ ανέρχεται στο 39% του μέσου ωριαίου εισοδήματος, περιλαμβανομένων των ασφαλιστικών εισφορών των εργαζομένων. Το εισόδημα αυτό ανέρχεται σε 9,4 € / ώρα (2006) οπότε η ΑτΧ = 0,39 \* 9,4 = 3,67 € / ώρα.

#### Οικονομική αποτίμηση ωφελειών αποφυγής ατυχημάτων

Τα τροχαία ατυχήματα είναι συνάρτηση των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων. Η ανάλυση της κοινωνικοοικονομικής μελέτης του Μετρό επικεντρώνεται στα ΙΧ + Ταξί που παράγουν άνω του 95 % των συνολικά διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων στο αστικό περιβάλλον της Αθήνας. Αποτιμώνται μόνο τα ατυχήματα με παθόντες, δηλαδή ατυχήματα με νεκρούς και βαριά / ελαφρά τραυματίες διότι τα ατυχήματα με υλικές ζημιές καλύπτονται συμήθως

ασφαλιστικά, οπότε το κόστος τους αποτελεί μεταβιβαστική πληρωμή. Η ιστορική εκτίμηση του αριθμού των παθόντων στην Αττική βασίζεται στις επίσημες στατιστικές καταγραφές ατυχημάτων και στα στοιχεία της ΜΑΜ.

Το κόστος των ατυχημάτων με παθόντες περιλαμβάνει την αξία της απολεσθείσας παραγωγής για την εθνική οικονομία, το κόστος διαχείρισης επειγόντων περιστατικών κ.λ.π. Το κοινοτικό πρόγραμμα UNITE υπολόγισε σε τιμές ισοδύναμης αγοραστικής δύναμης 1998 την αξία στατιστικής ζωής σε 1.000.000 € για την Ελλάδα. Το αντίστοιχο μεσοσταθμικό κόστος βαρέως / ελαφρού τραυματισμού ανέρχεται σε 19.600 €. Υπολλείπονται ωστόσο οι δικαστικές αποζημιώσεις λόγω ψυχικής οδύνης και οι ασφαλιστικές αποζημιώσεις. Σε τιμές 2006 το μέσο μοναδιαίο κόστος ατυχημάτων στην Αθήνα ανέρχεται σε 0,086 € / οχηματοχιλιόμετρο.

Για το 2010 το μεσοσταθμικό κόστος με βάση μια ετήσια αύξηση 1,9 % είναι ίσο με 0,093 € / οχημ.-χλμ. Άρα για παράδειγμα οι ωφέλειες απομείωσης ατυχημάτων στη διάρκεια ενός έτους για 600.000 οχημ.-χλμ. είναι :  $0,093 \text{ €} / \text{οχημ.-χλμ} * 600.000 \text{ οχημ.-χλμ./ημέρα} * 310 \text{ ημέρες} = 17.254.023 \text{ €} / \text{έτος}$ .

Αξίζει να σημειωθεί πως οι 310 ημέρες αποτελούν τον συντελεστή αναγωγής ημερησίων οχημ.-χλμ. Ιδιωτικής μετακίνησης στο έτος.

### **Οικονομική αποτίμηση ωφελειών από μείωση εκπεμπόμενων ρύπων**

Και στην περίπτωση μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων η μελέτη της ανάλυσης κοινωνικοοικονομικής σκοπιμότητας του Μετρό επικεντρώνεται στα ΙΧ + Ταξί που παράγουν άνω του 95% των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων στο αστικό περιβάλλον της Αθήνας. Αξιοσημείωτο αποτελεί το γεγονός πως οι εκπομπές ρύπων CO<sub>2</sub> που συντελούν στην πλανητικής κλίμακας κλιματική αλλαγή ανέρχονταν το 1996 σε 1,9 εκατομμύρια τόνους περίπου, ενώ οι τοπικοί ρύποι σε 9.400 τόνοι NO<sub>x</sub>, 240.000 τόνοι CO, 14.000 τόνοι HC και 500 τόνοι PM<sub>10</sub>. Το αντίστοιχο μέσο κόστος επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία για πόλεις με την πυκνότητα πληθυσμού της Αθήνας υπολογίστηκε σε 18 € / τόνο CO<sub>2</sub>, 2700 € / τόνο NO<sub>x</sub>, 5 € / τόνο CO, 1350 € / τόνο HC και 1560 € / τόνο PM<sub>10</sub>. Το μοναδιαίο κόστος ατμοσφαιρικής ρύπανσης ανέρχεται σε 0,0105 € / οχηματοχιλιόμετρο (τιμές 2006). Το μοναδιαίο κόστος ρύπανσης αυξάνεται σε συνάρτηση με την παραγωγικότητα.

### **Οικονομική αποτίμηση ωφελειών λειτουργικού κόστους οχημάτων**

Το κόστος λειτουργίας των οχημάτων είναι ανάλογο των διανυομένων οχηματοχιλιομέτρων και αντιστρόφως ανάλογο της μέσης ταχύτητας κίνησης. Τα στοιχεία είναι προϊόντα εξόδου του Συγκοινωνιακού Μοντέλου (Σ.Μ.) της ΜΑΜ. Η ανάλυση επικεντρώνεται στα ΙΧ + Ταξί που παράγουν άνω του 95% των συνολικά διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων στο αστικό περιβάλλον της Αθήνας. Το λειτουργικό κόστος των οχημάτων αναλύεται σε δυο κύριες συνιστώσες.

Το κόστος καυσίμων στην Αττική με φορολογικές επιβαρύνσεις περιελάμβανε 38% τιμή διυλιστηρίου, 14% περιθώριο εμπορίας και 48% φόρους. Η σύνθεση κυβισμού του τοπικού στόλου οχημάτων για τη μέση ταχύτητα κίνησης που υπολογίζει το Σ.Μ. και τη μέση κλίση ανάγλυφου, οδηγούν σε μέση κατανάλωση περίπου 10lt/100χλμ. Διαχρονικά η κατανάλωση καυσίμων μειώνεται σαν αποτέλεσμα της τεχνολογικής εξέλιξης των κινητήρων αλλά η εξέλιξη αυτή θα αντισταθμίζεται μεσοπρόθεσμα (κατά σύμβαση: έως το 2020), από την μετατόπιση της σύνθεσης του στόλου σε κινητήρες μεγαλύτερου κυβισμού. Το μοναδιαίο κόστος καυσίμου χωρίς φορολογικές επιβαρύνσεις για το 2006 υπολογίζεται σε 0,05 € ανά οχηματοχιλιόμετρο. Γίνεται παραδεκτή αύξηση της τιμής του καυσίμου κατά 1,7 % ετησίως έως το 2020. Μακροπρόθεσμα υιοθετείται χαμηλότερος ρυθμός αύξησης ίσως με 1%, οφειλόμενος σε υποκατάσταση των κινητήρων εσωτερικής κάυσης από αποδοτικότερες εναλλακτικές τεχνολογίες.

Η φθορά από τη χρήση των οχημάτων έχει επιπτώσεις στο κόστος συντήρησης. Το μεταβλητό κόστος συντήρησης των οχημάτων περιλαμβάνει το κόστος λιπαντικών, ελαστικών, ανταλλακτικών και εργασίας συντήρησης / επισκευής. Για την σύνθεση του στόλου της Αττικής, το επικαιροποιημένο μοναδιαίο κόστος συντήρησης σύμφωνα με τη ΜΑΜ, ανέρχεται σε 0,04 € / ανά οχηματοχιλιόμετρο (2006), χωρίς φορολογικές επιβαρύνσεις. Το μοναδιαίο κόστος συντήρησης αυξάνεται σε συνάρτηση κυρίως με την παραγωγικότητα.

### **Οικονομική αποτίμηση ωφελειών από τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης**

Κατά την εκτέλεση του έργου (4 έτη) εκτιμάται ότι θα δημιουργηθούν άμεσα 250 προσωρινές θέσεις απασχόλησης. Κατά τη λειτουργία του έργου (30 έτη) θα δημιουργηθούν άμεσα 35 μόνιμες θέσεις απασχόλησης. Γίνεται παραδεκτό ότι το κόστος ευκαιρίας μιας θέσης απασχόλησης ισούται με την επιδότηση απασχόλησης ανέργων από τον ΟΑΕΔ, ανερχομένη σε 4.660 € ετησίως (2006). Με μια ετήσια προσαύξηση 1,7 % της επιδότησης, η σημερινή αξία των ωφελειών απασχόλησης ανέρχεται σε περίπου 28 εκατομμύρια ευρώ ή 3 % των συνολικών ωφελειών του έργου.

### **5.6. Μελέτη οικονομικής αποτίμησης της ωφέλειας από τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης**

Επίσης, η μέθοδος απο τη διδακτορική διατριβή του Τουρκολιά (2010) με θέμα την ανάπτυξη μεθοδολογικού πλαισίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτίμηση των ωφελειών απο τη δημιουργία θέσεων απασχόλησης. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή θεωρείται ότι οι δαπάνες που υλοποιεί η κυβέρνηση για αύξηση των νέων θέσεων εργασίας, αντικατοπτρίζουν τις προτιμήσεις των πολιτών (τα συμφέροντα των οποίων εκφράζονται μέσω της κυβέρνησης) για αύξηση της απασχόλησης. Η εναλλακτικά, θεωρώντας ότι η κεντρική διοίκηση επιθυμεί να διατηρήσει συγκεκριμένο αριθμό θέσεων εργασίας στην οικονομία, η προώθηση των εξεταζόμενων επενδύσεων συμβάλλει στην αποφυγή υλοποίησης προγραμμάτων ενίσχυσης της απασχόλησης και επομένως στην αποφυγή των σχετικών δαπανών. Σε κάθε περίπτωση στην προσέγγιση αυτή η δαπάνη που αναλαμβάνει η πολιτεία μέσω σχετικών προγραμμάτων για τη δημιουργία ενός νέου ανθρωπο-έτους εργασίας λαμβάνεται ως μέτρο της αξίας των ωφελειών που προκύπτουν από τη δημιουργία 1 ανθρωπο-έτους πρόσθετης απασχόλησης από εξωγενείς παράγοντες (π.χ. ενεργειακές επενδύσεις στην περίπτωσή μας).

Τα επίπεδα ανεργίας στην Ελλάδα είναι αρκετά υψηλά για όλη την περίοδο 2000-2006, ενώ σε ορισμένες γεωγραφικές περιοχές και για συγκεκριμένες κατηγορίες του εργατικού δυναμικού (νέοι, γυναίκες, κλπ.) το πρόβλημα λαμβάνει εκρηκτικές διαστάσεις. Η εφαρμογή λοιπόν πολιτικών μείωσης της ανεργίας και δημιουργίας νέων θέσεων απασχόλησης αποτελεί πολιτική προτεραιότητα της κεντρικής διοίκησης την τελευταία δεκαετία. Έτσι στο πλαίσιο

υλοποίησης του 3<sup>ου</sup> Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης που αφορά στην περίοδο 2000-2008, και ειδικότερα στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα “Απασχόληση και Επαγγελματική Κατάρτιση” (ΥΑΚΠ, 2007) υλοποιούνται συγκεκριμένες δράσεις που στόχο έχουν τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Με βάση το αναθεωρημένο συμπλήρωμα προγραμματισμού του εν λόγω Επιχειρησιακού Προγράμματος, ο συνολικός προϋπολογισμός του ανέρχεται σε 2.246 εκατ. €, με τα 2.187 εκατ. € να αποτελούν δημόσια δαπάνη (εθνικοί και κοινοτικοί πόροι). Οι 3 βασικές στρατηγικές κατευθύνσεις του προγράμματος περιλαμβάνουν:

- Πρόληψη της ανεργίας και ιδιαίτερα της μακροχρόνιας.
- Προώθηση της ισότητας των ευκαιριών πρόσβασης στην αγορά εργασίας για όλους και ιδιαίτερα για εκείνους που απειλούνται με κοινωνικό αποκλεισμό.
- Βελτίωση της πρόσβασης και της συμμετοχής των γυναικών στην αγορά εργασίας.

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα αποτελείται από 6 άξονες προτεραιότητας, και συγκεκριμένα:

- Άξονας Προτεραιότητας 1: Ανάπτυξη και προώθηση ενεργών πολιτικών για την καταπολέμηση και την πρόληψη της ανεργίας, για την αποφυγή της μακροχρόνιας ανεργίας και τη διευκόλυνση της επανένταξης των μακροχρόνια ανέργων, συνολικού προϋπολογισμού 1.062 εκατ. €.
- Άξονας Προτεραιότητας 2: Προώθηση της ισότητας των ευκαιριών πρόσβασης στην αγορά εργασίας για όλους και ιδιαίτερα για εκείνους που απειλούνται με κοινωνικό αποκλεισμό, συνολικού προϋπολογισμού 302 εκατ. €.
- Άξονας Προτεραιότητας 3: Προώθηση και βελτίωση της επαγγελματικής κατάρτισης και της παροχής συμβουλών, συνολικού προϋπολογισμού 26 εκατ. €.
- Άξονας Προτεραιότητας 4: Ανάπτυξη και προώθηση της επιχειρηματικότητας και προσαρμοστικότητας του εργατικού δυναμικού, συνολικού προϋπολογισμού 575,3 εκατ. €.
- Άξονας Προτεραιότητας 5: Βελτίωση της πρόσβασης και της συμμετοχής των γυναικών στην αγορά εργασίας, συνολικού προϋπολογισμού 254 εκατ. €.
- Άξονας Προτεραιότητας 6: Τεχνική βοήθεια για εφαρμογή του Επιχειρησιακού Προγράμματος, συνολικού προϋπολογισμού 26,4 εκατ. €.

Στην διδακτορική διατριβή αυτή επιχειρήθηκε μια επισκόπηση σχετικά πρόσφατων προγραμμάτων που υλοποιήθηκαν ή υλοποιούνται αυτήν την περίοδο στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος “Απασχόληση και Επαγγελματική Κατάρτιση” με στόχο τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Τα βασικά στοιχεία που αναζητήθηκαν για τα προγράμματα αυτά αφορούσαν στο συνολικό προϋπολογισμό τους, στον αριθμό των ατόμων που ενισχύονται, και στη διάρκεια των επιδοτήσεων, έτσι ώστε να καταστεί εφικτός ο υπολογισμός δεικτών σχετικά με το ύψος της επιδότησης που δίνεται από τα προγράμματα αυτά για τη δημιουργία 1 ανθρωπο-έτους εργασίας.

Με βάση τα 9 προγράμματα που εξετάστηκαν για την ενίσχυση της απασχόλησης και την καταπολέμηση της ανεργίας την τελευταία τριετία στην Ελλάδα, προκύπτει ότι για τη δημιουργία ενός ανθρωπο-έτους απασχόλησης η δημόσια δαπάνη (εθνική και κοινοτική συμμετοχή) κυμαίνεται στο διάστημα 4.000-12.000€. Οι χαμηλότερες γενικά τιμές στο προαναφερθέν εύρος αφορούν σε επιδοτήσεις που λαμβάνουν οι επιχειρήσεις προκειμένου να προσλάβουν ανέργους, ενώ τα υψηλότερα ποσά επιδότησης αφορούν στη δημιουργία θέσεων εργασίας για ειδικές πληθυσμιακές ομάδες (π.χ. μέλη πολυμελών οικογενειών) και για συγκεκριμένες δραστηριότητες (π.χ. επιχειρηματικότητα). Η σταθμισμένη μέση τιμή του παραπάνω δείγματος (λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των ανέργων που ενισχύθηκαν και το ύψος της ενίσχυσης που έλαβαν) υπολογίζεται σε 6.400 €/ανθρωπο-έτος εργασίας που δημιουργείται. Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται ως κεντρική τιμή για την εκτίμηση των ωφελειών στην απασχόληση με βάση τη μεθοδολογία αυτή. Για αναλύσεις ευαισθησίας χρησιμοποιούνται οι τιμές των 4.000 και 12.000 €/ανθρωπο-έτος εργασίας.

### **5.7. Οικονομική αποτίμηση των ωφελειών απαραίτητων για τον πίνακα ταμειακών ροών για την κοινωνικο-οικονομική ανάλυση.**

#### **Αξία του χρόνου μετακίνησης (ΑτΧ)**

Παρόλο που υπήρξε εκτεταμένη αναζήτηση ξένων μελετών για την οικονομική αποτίμηση του χρόνου μετακίνησης δεν ήταν δυνατή η χρήση συγκεκριμένης τιμής που να αντιπροσωπεύει

πλήρως την Ελλάδα. Για αυτό ακριβώς το λόγο χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος προσέγγισης της Αττικό Μετρό. Αναφέρεται συγκεκριμένα πως στην Αθήνα η ΑτΧ ανέρχεται στο 39% του μέσου ωριαίου εισοδήματος, περιλαμβανομένων των ασφαλιστικών εισφορών των εργαζομένων. Το 2010 μια μέση τιμή του ωριαίου εισοδήματος ανέρχεται στα 10 € περίπου, επομένως η αξία του χρόνου μετακίνησης είναι  $0,39 * 10 \text{ €} / \text{ώρα} = 3,9 \text{ €} / \text{ώρα}$ .

### **Αξία των ατυχημάτων**

Για την αξία των ατυχημάτων χρησιμοποιείται η τιμή του μεσοσταθμικού κόστους ατυχημάτων ανά οχηματοχιλιόμετρο για την Ελλάδα η οποία ανέρχεται στα 0,093 € / οχηματοχιλιόμετρο. Έχοντας τα οχηματοχιλιόμετρα που μειώνονται από τη μελέτη της Αττικό Μετρό για την γραμμή 3 της επέκτασης Αιγάλεω – Χαϊδάρι υπολογίζεται η αξία των ατυχημάτων από το 2010 έως το 2039.

### **Αξία του Θορύβου**

Για την αξία του θορύβου από όλες τις ξένες μελέτες η πιο αντιπροσωπευτική τιμή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι 0,73 € / οχηματοχιλιόμετρο η οποία αποτελεί στοιχείο του προγράμματος impact της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

### **Αξία της ατμοσφαιρικής ρύπανσης**

Από τις ξένες ευρωπαϊκές μελέτες που έχουν βρεθεί που υπολογίζουν το κόστος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρατηρείται πως στη Γαλλία εκτιμάται περίπου από 0,081 € έως 0,1256 € ανά οχηματοχιλιόμετρο και στη Γερμανία 0,16 € ανά οχηματοχιλιόμετρο. Από τη στιγμή που η Ελλάδα αποτελεί Χώρα Ευρωπαϊκής Ένωσης και δεν απέχει πολύ από τα δεδομένα της Γερμανίας και Γαλλίας μια αντιπροσωπευτική τιμή για την μελέτη περίπτωσης είναι 0,081 € / οχηματοχιλιόμετρο. Για λόγους συντηρητικής προσέγγισης και τα αποτελέσματα να ανταποκρίνονται όσο το δυνατόν στα οικονομικά δεδομένα της Ελλάδας επιλέγεται η χαμηλότερη τιμή της μελέτης που αφορά τη Γαλλία.

### **Αξία του λειτουργικού κόστους οχημάτων**

Για τον υπολογισμό της αξίας του λειτουργικού κόστους των οχημάτων χρησιμοποιείται η μέθοδος υπολογισμού της Αττικό Μετρό όπου το μοναδιαίο κόστος καυσίμου χωρίς φορολογικές επιβαρύνσεις για το 2010 υπολογίζεται σε 0,057 € ανά οχηματοχιλιόμετρο και το επικαιροποιημένο μοναδιαίο κόστος συντήρησης ανέρχεται σε 0,0456 € ανά οχηματοχιλιόμετρο (2010) χωρίς φορολογικές επιβαρύνσεις. Επομένως το συνολικό λειτουργικό κόστος οχημάτων ανά οχηματοχιλιόμετρο ισούται με 0,1026. Για τα έτη από το 2010 μέχρι το 2039 γίνεται η παραδοχή για την κοινωνικοοικονομική ανάλυση η τιμή του κόστους θα είναι σταθερή.

### **Αξία των θέσεων απασχόλησης**

Με γνώμονα την έρευνα του κ. Τουρκολιά (2010), δηλαδή την ετήσια οικονομική αξία μιας νέας θέσης εργασίας που είναι 6400 € καθώς και από το γεγονός ότι η Αττικό Μετρό εκτιμά ότι κατά την εκτέλεση του έργου (4 έτη) θα δημιουργηθούν άμεσα 250 προσωρινές θέσεις απασχόλησης, ενώ κατά τη λειτουργία του (30 έτη) θα δημιουργηθούν 35 μόνιμες θα υπολογιστεί η αξία των ωφελειών απασχόλησης.

## **5.8. Αποτελέσματα**

Με βάση την οικονομική αποτίμηση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών οφελειών του έργου που μελετήθηκαν υπολογίζονται η Κοινωνική Καθαρά παρούσα Αξία ( SNPV) και ο Κοινωνικός Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (SIRR). Στο Παράρτημα βρίσκεται ο πίνακας κοινωνικής ανάλυσης του οποίου τα αποτελέσματα είναι τα εξής:

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5-19:** Αποτελέσματα κοινωνικής ανάλυσης

<b>SNPV</b>	<b>150.356.721€</b>
<b>SIRR</b>	<b>12%</b>



Από τα αποτελέσματα συμπεραίνουμε πως όταν ενσωματώσαμε τις θετικές εξωτερικές οικονομίες της επέκτασης της Γραμμής για την αξιολόγηση της επένδυσης η επένδυση αποδείχτηκε βιώσιμη.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο έντονος ρυθμός αστικοποίησης που παρατηρείται τις τελευταίες δεκαετίες, απόρροια της πληθυσμιακής αύξησης και της υπερσυγκέντρωσης της οικονομικής δραστηριότητας στα αστικά κέντρα, δημιουργεί σημαντικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά προβλήματα. Ο αστικός ιστός επιβαρύνεται ολοένα και περισσότερο με λειτουργίες και δραστηριότητες που υπερβαίνουν τη φέρουσα ικανότητά του, οι χώροι αναψυχής και πρασίνου συρρικνώνονται, τα επίπεδα της περιβαλλοντικής ρύπανσης αυξάνονται και, τελικά, η ποιότητα ζωής των κατοίκων υποβαθμίζεται σημαντικά. Η προσπάθεια αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων στηρίχθηκε, μέχρι σήμερα, στην κατά το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση της αστικής γης. Έτσι, σταδιακά, η εκτατική ανάπτυξη έδωσε τη θέση της στην κατασκευή πολυώροφων κτιρίων και, τα τελευταία χρόνια, στην αξιοποίηση του υπόγειου αστικού χώρου.

Η εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου για την εγκατάσταση διαφόρων χρήσεων γης χαρακτηρίζεται, γενικά, ως ακριβή λύση. Ωστόσο, αν και το κόστος κατασκευής είναι υψηλό, αποδεικνύεται ότι τα υπόγεια έργα αποτελούν, πολύ συχνά, βέλτιστες λύσεις από την πλευρά της κοινωνίας, αν ληφθούν υπόψη τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά τους οφέλη. Τα τελευταία, μπορούν να αποτιμηθούν σε οικονομικούς όρους με τη βοήθεια μεθόδων της περιβαλλοντικής οικονομίας, στο πλαίσιο μιας ανάλυσης κόστους – οφέλους.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως αντικείμενο την αξιολόγηση της επέκτασης της Γραμμής 3 (Αιγάλεω – Χαϊδάρι) του Μετρό Αθηνών υπό το πρίσμα κοινωνικοοικονομικών κριτηρίων. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η χρηματοοικονομική ανάλυση του έργου με βάση εναλλακτικά σενάρια χρηματοδότησης του έργου, από τα οποία αναδείχθηκε ότι το έργο δεν θεωρείται οικονομικά βιώσιμο από ιδιωτικής πλευράς. Ακολούθως, επιχειρήθηκε η ενσωμάτωση των θετικών επιπτώσεων του έργου στο κοινωνικό σύνολο. Συγκεκριμένα, το έργο θα έχει θετική επίδραση λόγω της εξοικονόμησης του χρόνου μετακίνησης, της μείωσης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του κυκλοφοριακού θορύβου, της βελτίωσης της οδικής ασφάλειας από τη μείωση των ατυχημάτων και, τέλος, λόγω ωφελειών που αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης κατά τη διάρκεια κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

Η ενσωμάτωση των επιπτώσεων αυτών πραγματοποιήθηκε μέσω της οικονομικής τους αποτίμησης, με τη βοήθεια της μεθόδου Μεταφοράς Οφέλους. Συνοπτικά, τα οικονομικά μεγέθη των επιπτώσεων είχαν ως ακολούθως:

- Η εξοικονόμηση του χρόνου μετακίνησης από τη μείωση περίπου 5.666.100 οχηματοχιλιομέτρων αποφέρει ελάχιστο όφελος της τάξης των 2.750.000 €/έτος.
- Το ελάχιστο όφελος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης για την αντίστοιχη μείωση των οχηματοχιλιομέτρων είναι 460.000 € και ομοίως για το θόρυβο 4.136.000 €/έτος.
- Οι ελάχιστες ωφέλειες από τη μείωση των ατυχημάτων είναι της τάξης των 527.000 €/έτος.
- Οι ωφέλειες λειτουργικού κόστους των οχημάτων ανέρχονται τουλάχιστον σε 581.000 €/έτος
- Τέλος, κατά τη διάρκεια κατασκευής του έργου οι θέσεις απασχόλησης που δημιουργούνται αποφέρουν όφελος της τάξης των 1.600.000 €/έτος, ενώ κατά τη λειτουργία του έργου το αντίστοιχο ποσό ανέρχεται φτάνει στα 224.000 €/έτος.

Πρέπει να σημειωθεί ωστόσο πως τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη που δεν ανταποκρίθηκαν δεν ανταποκρίνονται στο σύνολο των αναμενόμενων ωφελειών του έργου. Για παράδειγμα εκτός από αυτά τα οφέλη που αναγνωρίστηκαν υπάρχουν και οφέλη όπως η οικονομική ανάπτυξη της περιοχής της νέας γραμμής Μετρό. Κατά τη δημιουργία νέων σταθμών μετρό είναι γνωστό πως η τοπική περιοχή αναβαθμίζεται και παρατηρείται μια εμπορική ανάπτυξη καθώς επίσης αυξάνονται και οι τιμές των ακινήτων. Στη συγκεκριμένη κοινωνική ανάλυση κόστους – οφέλους για λόγους έλλειψης σημαντικών στοιχείων δεν αποτιμήθηκαν οι αξίες των συγκεκριμένων ωφελειών. Επομένως τα αποτελέσματα αυτά της κοινωνικής ανάλυσης θα πρέπει να θεωρηθούν ως ελάχιστο κατώφλι.

Με βάση την οικονομική αποτίμηση των θετικών εξωτερικών οικονομιών του έργου πραγματοποιήθηκε η κοινωνικο - οικονομική ανάλυση, η οποία απέδειξε ότι το έργο είναι αποδεκτό από την οπτική γωνία της κοινωνίας, δεδομένου ότι το καθαρό κοινωνικό όφελος είναι θετικό.

Συμπερασματικά, στην περίπτωση που για τη σύγκριση εναλλακτικών λύσεων εξετάζονται μόνο τα κόστη κατασκευής πολλές φορές «τιμωρούνται» οι υπόγειες κατασκευές. Για αυτό ακριβώς το λόγο η κοινωνική ανάλυση κόστους – οφέλους θα πρέπει να υιοθετείται στα

μεγάλα επενδυτικά έργα στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων για υλοποίηση ή μη της κατασκευής του έργου. Αποτελεί δηλαδή ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο λήψης αποφάσεων, ειδικά σε εποχές κρίσης, δεδομένου ότι αναδεικνύει λανθάνουσες πτυχές των υπό εξέταση επενδυτικών σχεδίων και μπορεί να οδηγήσει σε πιο ορθολογικές και κοινωνικά πιο δίκαιες αποφάσεις.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Βλαστός, Θ και Μπαρμπόπουλος, Ν. (1998) Διόδια στις πόλεις για την εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» Απόδοση δικαιοσύνης ή κοινωνική αδικία; Περιβάλλον και Δίκαιο . 5, 238- 246

Δαμίγος Δ. (2001). Η οικονομική σημασία της αποκατάστασης Μεταλλευτικών-Λατομικών χώρων. Η περίπτωση των ανενεργών μεταλλείων – λατομείων Αττικής. Διδακτορική Διατριβή

Δελούκας, Α. (2006). Ανάλυση κοινωνικο-οικονομικής σκοπιμότητας επέκτασης και σταθμού Μετεπιβίβασης Χαϊδαρίου

Καλιαμπάκος Δ, (2003) Σημειώσεις Μαθήματος, Υπόγεια έργα

Καλιαμπάκος Δ και Δαμίγος Δ, (2008) Χρηματοοικονομική και κοινωνικοοικονομική αξιολόγηση επενδύσεων. Σημειώσεις μαθήματος, Οικονομικά του περιβάλλοντος και των υδάτινων πόρων. Ε.Μ.Π. Αθήνα

Κοψαχείλη Α., (2006). Κοινωνικοοικονομική Μελέτη Σκοπιμότητας του Έργου «Επέκταση της Γραμμής 3, Τμήμα Χαϊδάρι – Πειραιάς»

Μαυρίκος Αθανάσιος, «Υπολογισμός της αξίας του υπόγειου χώρου: Η περίπτωση των υπόγειων αποθηκευτικών χώρων στην Αττική» Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Μηχ. Μεταλλείων - Μεταλλουργών Ε.Μ.Π., 2007

Μηλάκης, Δ (2006). Χρήσεις γης και Μεταφορές. Διερεύνηση της Επίδρασης των Πολεοδομικών Χαρακτηριστικών Μάκρο και Μίκρο κλίμακας στις επιλογές Μετακίνησης. Διδακτορική Διατριβή. Εθνικό Μετρόβιο Πολυτεχνείο. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Τομέας Γεωγραφίας και Περιφερειακού Σχεδιασμού.

Μπατζιάς, Σ (2006). Χ/Ο μελέτη βιωσιμότητας του έργου «Επέκταση της Γρ. 3, Τμ. Αιγάλεω – Χαϊδάρι, Αμαξοστ. Ελαιώνα

Νικολαράκης Μ. Και Ζοπουνίδης (2007). Ανάλυση Τροχαίων Ατυχημάτων στην Ελλάδα  
Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα

Παπαβασιλείου, Δ (2009) «Διερεύνηση της κοινωνικο- ψυχολογικής διάστασης των  
επιλογών μετακίνησης. Εφαρμογή της θεωρίας σχεδιασμένης Συμπεριφοράς στο Π.Σ του  
Βόλου». Μεταπτυχιακή Εργασία. Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών

Παπαποστόλου Α, (2010). Διπλωματική Εργασία. Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων  
Μεταλλουργών. Αξιολόγηση υπόγειου χώρου στάθμευσης με μεθόδους περιβαλλοντικής  
οικονομίας

Τσαμπούλας Δ, (2004). Στοιχεία για την Αξιολόγηση των Συγκοινωνιακών Έργων  
Υποδομής

### **Ξενόγλωσση βιβλιογραφία**

A. Ivarez, Pedro Cantos, Leandro Garcia. The value of time and transport policies in a  
parallel road network, (Spain 2001) Transport Policy 14 (2007) 366–376

Adamowicz, W., Louviere, J., and Williams, M., Combining revealed and stated  
preference methods for valuing environmental amenities. Journal of Environmental  
Economics and Management, 26, pp. 271-292, 1994

Andre’s Monzo’n, Mari’a-Jose’ Guerrero, Valuation of social and health effects of  
transport-related air pollution in Madrid (Spain 2004)

Barreiro J., Mercedes S., and Montserrat V-G. (2005). How much are people willing to  
pay for silence? A contingent valuation study. Applied Economics, Vol. 37, pp. 1233 –  
1246

Barton, D., The quick, the cheap and the dirty benefit transfer approaches to the non-  
market valuation of coastal water quality in Costa Rica. Doctor Scientiarum Theses  
1999:34, Department of Economics and Social Sciences, Agricultural University of  
Norway, 1999

Bilbao Javier – Ubillos. (2008). The costs of urban congestion: Estimation of welfare losses arising from congestion on cross – town links roads. Transportation Research Part A 42 (2008) 1098–1108

Chryssanthakis, P., and N. Barton. (1999) "Predicting Performance of the 62 m Span Ice Hockey Cavern in Gjøvik, Norway," in Distinct Element Modeling in Geomechanics, pp. 168-185, V. M. Sharma et al., Ed. New Delhi: Oxford & IBH Publishing

Desvouges, W.H., Johnson, F.R., Banzhaf, H.S., Environmental policy analysis with limited information: Principles and applications of the transfer method. Massachusetts: Edward Elgar, p. 224, 1998

Downing, M., Ozuna, Jr.T., Testing the reliability of the benefit function transfer approach. Journal of Environmental Economics and Management, 30 (3), pp. 316-322, 1996

Duddeck H., “*Challenge to Tunnelling Engineers*”, Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 11, No 1, pp. 5-10, 1996

Fredrik car lsson and Olof Johansson-Stenman. (2000). Willingness to pay for improved air quality in Sweden. Applied Economics, Vol. 32, pp. 661 – 669

Hunt Midwest Enterprises Inc., SubTropolis Underground Complex, 2000. (<http://www.huntmidwest.com/>)

Hong Wang. and John Mullahy. (2006). Willingness to pay for reducing fatal risk by improving air quality: A contingent valuation study in Chongqing, China Science of The Total Environment, Volume 367, Issue 1, 15 August 2006, Pages 50-57

Ian W.H. Parry, Govinda R. Timilsina, How should passenger travel in Mexico City be priced? Journal of Urban Economics 68 (2010) 167–182

John Calfee, Clifford Winston, The value of automobile travel time: implications for

congestion policy (Washington 1987). *Journal of Public Economics* 69 (1998) 83–102.

Joseph V. Spadaro and Ari Rabl. (2001). Damage costs due to automotive air pollution and the influence of street canyons *Atmospheric Environment*, Volume 35, Issue 28, October 2001, Pages 4763-4775

Kent s. Lindqvist and hakan brodi, one-year economic consequences of accidents in a Swedish municipality, *accid. Anal. And prev.*, vol. 28, no. 2, pp. 209-219, (1996)

Khair s. Jadaan, traffic accidents in Kuwait: an economic dimension (1987) *accid. Ano/ & prev.* Vol. 22. No. 4. Pp. 399-401. 1990

Kirchoff, S., Colby, B.G., Lafrance, J.T., Evaluating the performance of benefit transfer: an empirical inquiry. *Journal of Environmental Economics and Management*, 33 (1), pp. 123-130, 1997

Kwang Sik Kim, Sung Joong Park and Young-Jun Kweon, (2007). Highway traffic noise effects on land price in an urban area. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 12, Issue 4, June 2007, Pages 275-280

Loomis, J.B., Roach, B., Ward, F., Ready, R., Testing transfer-ability of recreation demand models across regions: a study of Corps of Engineers reservoirs. *Water Resources Res* 31, pp. 721-730, 1995

Luke B. Connelly, Richard Supangan, the economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories (2003) *Accident Analysis and Prevention* 38 (2006) 1087–1093.

Martin M.A , A. Tarrero, J. Gonzalez and M. Machimbarrena. (2006). Exposure – effect relationships between road traffic noise annoyance and noise cost valuations in Valladolid, Spain *Applied Acoustics*, Volume 67, Issue 10, October 2006, Pages 945-958.



Maibach M., Schreyer C., Sutter D. (INFRAS), Van Essen H.P., Boon B.H., Smokers R., Schroten A. (CE Delft), Doll C. (Fraunhofer Gesellschaft – ISI), Pawlowska B., Bak M. (University of Gdansk), (2008). «Handbook on estimation of external costs in the transport sector»

Navrud, S., Pricing the European Environment. Scandinavian University Press, 1992

Navrud, S, and Pruckner, G., Environmental Valuation - To Use or Not to Use? Environmental and Resource Economics 10, pp. 1-26, 1997

Nijlanda H.A, E.E.M.M. Van Kempena, G.P. Van Weeb, J. Jabben. Costs and benefits of noise abatement measures. Transport Policy 10 (2003) 131–140.

Research Part D: Transport and Environment, Volume 9, Issue 1, January 2004, Pages 1-27.

Pearce, D. and Turner, R.K., Economics of natural resources and the environment. Harvester Wheatsheaf, Hertfordshire, U.K., pp. 148-153, 1990

Robbins, R., 1995. Boring Under the Channel: one perspective on the experience. Tunnelling and Underground Space Technology 10 1, pp. 23–25.

Rosenberg, R.S., Loomis, J.B., Benefit transfer of outdoor recreation use values: A technical document supporting the Forest Service Strategic Plan (2000 revision), Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-72, Fort Collins, CO, U.S., Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2001.

Rune Elvik, (1994) The external costs of traffic injury: definition, estimation, and possibilities for internalization, Norway Accid. Anal. and Prev., Vol. 26, No. 6, pp. 719-732.

Safirova Elena, Kenneth Gillingham, Ian Parry, Peter Nelson, Winston Harrington and David Mason, (2000) Welfare and distributional effects of road pricing schemes for

metropolitan Washington DC. Research in Transportation Economics, Volume 9, 2004, Pages 179-206

Science of The Total Environment, Volumes 334-335, 1 December 2004, Pages 427-434.

Shires, G.C. de Jong, An international meta-analysis of values of travel time savings (2003). Evaluation and Program Planning 32 (2009) 315–325

Stauffer, T., Kansas City: A Model for Underground Development. Proceedings on

Development and Utilisation of Underground Space Symposium, Kansas City, pp. 29-38, 1975

Sterling, R.L., Godard, J.P., “Geoengineering Considerations in the Optimum Use of Underground Space”, ITA-AITES Position Papers, 2001

Torries, T. (1998). Evaluating Mineral Projects: Applications and misconceptions. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, USA ([www.ubaconsultants.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=90&Itemid=89&lang=el](http://www.ubaconsultants.com/index.php?option=com_content&view=article&id=90&Itemid=89&lang=el))

Victoria Transport Policy Institute (2009). Transportation Cost and Benefit Analysis II – Tra Wardman Mark and Abigail L. Bristow. (2004). Traffic related noise and air quality valuations: evidence from stated preference residential choice models Transportation Travel Time Costs URL: ([www.vtpi.org](http://www.vtpi.org))

Yan Wang. and Yi-Sheng Zhang, China (2009). Air quality assessment by contingent valuation in Jinan. Journal of Environmental Management, Volume 90, Issue 2, February 2009, Pages 1022-1029.

Zheng Li, David A. Hensher, John M. Rose, and Willingness to pay for travel time reliability in passenger transport: A review and some new empirical evidence, (Australia 2009). Transportation Research Part E 46 (2010) 384-403

## Διαδίκτυο

<http://esa.un.org/unpp/>

[hdr.undp.org/](http://hdr.undp.org/) (UN Human Development Report)

[www.eea.europa.eu/el](http://www.eea.europa.eu/el) (ΕΟΠ)

[www.nilu.co](http://www.nilu.co)

[www.vtpi.org/tca9/tca0515.pdf](http://www.vtpi.org/tca9/tca0515.pdf).

[www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)

[www.flickr.com/photos/9558643@NO5/727053658](http://www.flickr.com/photos/9558643@NO5/727053658)

[docs.uoa.gr/D\\_KPS/5.../WD\\_4\\_CBA\\_Guidelines\\_for\\_2007-2013.pdf](http://docs.uoa.gr/D_KPS/5.../WD_4_CBA_Guidelines_for_2007-2013.pdf)

[www.britannica.com](http://www.britannica.com)

[el.wikipedia.org/wiki/Λονδίνο](http://el.wikipedia.org/wiki/Λονδίνο)

[www.ametro.gr/showenvirongr](http://www.ametro.gr/showenvirongr).

[www.ametro.gr](http://www.ametro.gr) (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΑΕ)

[el.wikipedia.org/wiki/Βουδαπέστη](http://el.wikipedia.org/wiki/Βουδαπέστη)

Athens\_metro\_2007\_el.png

[www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk) DEFRA

[www.regjeringen.no/en/dep/lmd/campaign/svalbard-global-seed-vault.html?id=462220](http://www.regjeringen.no/en/dep/lmd/campaign/svalbard-global-seed-vault.html?id=462220)

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Για το Σενάριο Α

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Επενδύσεις</b>	27,212,638	30,283,912	54,327,017	16,795,214	0	0	0				
Επέκτασης Χαϊδαρίου	26,191,907	28,481,505	50,729,419	14,491,396	0	0	0	0	0	0	
Σταθμός Μετεπιβίβασης	1,020,730	1,802,407	3,597,598	2,303,818	0	0	0				
<b>Έσοδα</b>	0	0	0	0	2,861,167	2,883,722	2,906,276	2,928,830	2,951,385	2,973,940	2,996,494
Έσοδα κομιστρου	0	0	0	0	2,330,738	2,350,876	2,371,013	2,391,152	2,411,290	2,431,428	2,451,565
Εμπορικά έσοδα					279,689	282,105	284,522	286,938	289,355	291,771	294,188
Έσοδα Σ.Μ.					250,741	250,741	250,741	250,741	250,741	250,741	250,741
<b>Έξοδα</b>					2,689,507	2,403,037	2,439,082	2,475,669	2,512,804	2,550,496	2,588,753
Κόστος μισθοδοσίας					1,147,928	1,165,147	1,182,624	1,200,363	1,218,369	1,236,644	1,255,194
Ενεργειακό κόστος					492,165	499,548	507,041	514,646	522,366	530,202	538,155
Κόστος Καθαρισμού, φύλαξης, συντήρησης, ανταλλακτικών					822,214	834,547	847,066	859,771	872,668	885,758	899,044
Τέλη και διάφορα έξοδα					238,560	242,138	245,770	249,457	253,199	256,997	260,852
<b>Μεικτά κέρδη</b>	0	0	0	0	171,660	480,685	467,194	453,161	438,581	423,444	407,741
<b>Ταμειακή ροή</b>	-27,212,638	-30,283,912	-54,327,017	-16,795,214	171,660	480,685	467,194	453,161	438,581	423,444	407,741

**Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)** -91,199,690.25 €  
**Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)** 0.13%

f

Συντελεστής φορολόγησης	35%
Επιτόκιο προεξόφλησης	7%
Συντελεστής απόσβεσης	10%
Διαφορική κίνηση	
Μέσο έσοδο ανά μετακίνηση	0.84
Μεσοσταθμικό τέλος στάθμευσης	1.2496
ετήσια βάση οχημάτων	230,640

2,774,688 2,798,662 2,822,635 2,846,609 2,870,583 2,894,557 2,918,530

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
3,019,049	3,041,603	3,064,157	4,089,767	4,127,783	4,165,798	4,203,814	4,241,829	4,355,876	4,393,892	4,431,907	4,469,923	4,502,447	4,534,971	4,567,496	4,600,020	4,632,545	4,665,070	4,697,594	4,730,119	4,762,643	
2,471,703	2,491,842	2,511,979	3,394,249	3,428,192	3,462,134	3,496,077	3,530,019	3,631,847	3,665,789	3,699,731	3,733,674	3,767,614	3,791,753	3,820,793	3,849,833	3,878,872	3,907,913	3,936,952	3,965,992	3,995,032	
296,604	299,021	301,437	407,310	411,383	415,456	419,529	423,602	435,822	439,895	443,968	448,041	451,526	455,010	458,495	461,980	465,465	468,950	472,434	475,919	479,404	
250,741	250,741	250,741	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	288,208	
2,627,584	2,666,998	2,707,003	2,747,608	2,788,822	2,830,655	2,873,115	2,916,211	3,049,419	3,095,160	3,141,588	3,188,712	3,236,542	3,285,090	3,334,367	3,384,382	3,435,148	3,486,675	3,538,975	3,592,060	3,645,941	
1,274,022	1,293,132	1,312,529	1,332,217	1,352,201	1,372,484	1,393,071	1,413,967	1,478,555	1,500,733	1,523,244	1,546,093	1,569,284	1,592,823	1,616,716	1,640,966	1,665,581	1,690,565	1,715,923	1,741,662	1,767,787	
546,227	554,420	562,737	571,178	579,745	588,442	597,268	606,227	633,919	643,428	653,079	662,875	672,818	682,911	693,154	703,552	714,105	724,816	735,689	746,724	757,925	
912,530	926,218	940,111	954,213	968,526	983,054	997,800	1,012,767	1,059,028	1,074,914	1,091,038	1,107,403	1,124,014	1,140,874	1,157,988	1,175,357	1,192,988	1,210,883	1,229,046	1,247,481	1,266,194	
264,765	268,736	272,767	276,859	281,011	285,227	289,505	293,848	307,270	311,879	316,557	321,306	326,125	331,017	335,982	341,022	346,138	351,330	356,600	361,949	367,378	
391,465	374,605	357,154	1,342,159	1,338,961	1,335,143	1,330,699	1,325,618	1,306,457	1,298,732	1,290,319	1,281,211	1,265,905	1,249,881	1,233,129	1,215,638	1,197,397	1,178,395	1,158,619	1,138,059	50,376,702	
391,465	374,605	357,154	1,342,159	1,338,961	1,335,143	1,330,699	1,325,618	1,306,457	1,298,732	1,290,319	1,281,211	1,265,905	1,249,881	1,233,129	1,215,638	1,197,397	1,178,395	1,158,619	1,138,059	105,350,862	
2,942,504	2,966,478	2,990,451	4,040,773	4,081,181	4,121,588	4,161,996	4,202,404	4,323,627	4,364,035	4,404,442	4,444,850	4,479,421	4,513,992	4,548,563	4,583,134	4,617,705	4,652,277	4,686,848	4,721,419	4,755,990	











374,605	357,154	1,342,159	1,338,961	1,335,143	1,330,699	1,325,618	1,319,891	1,313,506	1,306,457	1,298,732	1,290,319	1,281,211	1,265,905	1,249,881	1,233,129	1,215,638	1,197,397	1,178,395	1,158,619	1,138,059	44,546,289
2,214,600	2,403,300	2,592,000	2,686,350	2,780,700	2,875,050	2,969,400	3,063,750	3,158,100	3,252,400	3,346,800	3,441,150	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500	3,535,500
8,636,940	9,372,870	10,108,800	10,476,765	10,844,730	11,212,695	11,580,660	11,948,625	12,316,590	12,684,360	13,052,520	13,420,485	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450	13,788,450
726,600	825,300	924,000	973,350	1,022,700	1,072,050	1,121,400	1,170,750	1,220,100	1,269,450	1,318,800	1,368,150	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500	1,417,500
2,833,740	3,218,670	3,603,600	3,796,065	3,988,530	4,180,995	4,373,460	4,565,925	4,758,390	4,950,855	5,143,320	5,335,785	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250	5,528,250
89,400	92,700	96,000	97,650	99,300	100,950	102,600	104,250	105,900	107,550	109,200	110,850	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500	112,500
348,660	361,530	374,400	380,835	387,270	393,705	400,140	406,575	413,010	419,445	425,880	432,315	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750	438,750
11,819,340	12,953,070	14,086,800	14,653,665	15,220,530	15,787,395	16,354,260	16,921,125	17,487,990	18,054,660	18,621,720	19,188,585	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450	19,755,450
19,856,100	21,629,850	23,403,600	24,290,475	25,177,350	26,064,225	26,951,100	27,837,975	28,724,850	29,611,725	30,498,600	31,385,475	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350	32,272,350
1,846,617	2,011,576	2,176,535	2,259,014	2,341,494	2,423,973	2,506,452	2,588,932	2,671,411	2,753,890	2,836,370	2,918,849	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329	3,001,329
1,608,344	1,752,018	1,895,692	1,967,528	2,039,365	2,111,202	2,183,039	2,254,876	2,326,713	2,398,550	2,470,387	2,542,223	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060	2,614,060
14,494,953	15,789,791	17,084,628	17,732,047	18,379,466	19,026,884	19,674,303	20,321,722	20,969,141	21,616,559	22,263,978	22,911,397	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816	23,558,816
2,037,236	2,219,223	2,401,209	2,492,203	2,583,196	2,674,189	2,765,183	2,856,176	2,947,170	3,038,163	3,129,156	3,220,150	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143	3,311,143
224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000	224,000
15,498,301	16,940,664	18,383,026	19,104,208	19,825,389	20,546,570	21,267,751	21,988,933	22,710,114	23,431,100	24,152,476	24,873,658	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839	25,594,839
15,872,907	17,297,818	19,725,185	20,443,168	21,160,532	21,877,269	22,593,370	23,308,824	24,023,620	24,737,557	25,451,208	26,163,976	26,876,050	26,860,744	26,844,720	26,827,968	26,810,477	26,792,236	26,773,234	26,753,458	26,732,898	70,141,127
2,966,478	2,990,451	4,040,773	4,081,181	4,121,588	4,161,996	4,202,404	4,242,812	4,283,219	4,323,627	4,364,035	4,404,442	4,444,850	4,479,421	4,513,992	4,548,563	4,583,134	4,617,705	4,652,277	4,686,848	4,721,419	4,755,990

#### Συντελεστές μετατροπής

##### Κόστος Επένδυσης

Κόστος κατασκευής κυρίως έργου 0.75  
Rolling Stock (8 συρμοί AC) 1

##### Project Management

Ανασκαφές - στο κόστος κατασκευής 0.72

Απαλλοτριώσεις (<10%) 0.75

##### Κόστος Λειτουργίας

Κόστος Μισθοδοσίας 0.72

Ενεργειακό Κόστος 0.98

Κόστος Ανταλλακτικών 0.98

Γενικές δαπάνες 0.75

