



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΜΠΕΝΑΡΔΟΣ

«Μέθοδοι αποτίμησης υπογείων έργων - Περίπτωση εφαρμογής: Υπόγειος χώρος ταφής επικίνδυνων αποβλήτων στο Λαύριο»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΑΛΕΒΙΖΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΑΘΗΝΑ 2014

Περιεχόμενα

Εικόνες	3
Πίνακες.....	4
Περίληψη	5
Abstract.....	6
Κεφάλαιο 1 ^ο : Πρόλογος	7
1.1 Σχετικά με το θέμα	7
1.2 Αντικείμενο, στόχοι, μεθοδολογία και δομή της διπλωματικής	8
Κεφάλαιο 2 ^ο : Υπόγειος Χώρος και Υπόγεια Έργα.....	11
Κεφάλαιο 3 ^ο :	32
Μέθοδοι Αποτίμησης Υπογείων Χώρων και Υπογείων Έργων.....	32
Κεφάλαιο 4 ^ο : Παραδείγματα Εφαρμογής σε Υπόγεια Έργα	50
Κεφάλαιο 5 ^ο : Περίπτωση Εφαρμογής – Υπόγειος Χώρος Ταφής Αποβλήτων στο Λαύριο.....	70
5.1 Περιγραφή της Υποδομής	70
5.2 Μέθοδοι αποτίμησης της αξίας της επένδυσης.....	75
Κεφάλαιο 6 ^ο : Συμπεράσματα και Προτάσεις	91
Κεφάλαιο 7 ^ο : Βιβλιογραφία.....	95

Εικόνες

Εικόνα 1: Χρήση υπόγειας γης σήμερα ανάλογα με τον τομέα αξιοποίησης (πηγή Ronka, et al., 1998).....	12
Εικόνα 2: Αριστερά πάνω, υπόγειος κάδος συλλογής στερεών αστικών αποβλήτων στη Καλαμάτα, κάτω υπόγειος κάδος συλλογής στερεών αστικών αποβλήτων στη Καρδίτσα και δεξιά πάνω, αυτόματος κάδος επεξεργασίας στερεών αποβλήτων στην Αλεξανδρούπολη (Πηγή: Διαδίκτυο)	15
Εικόνα 3: Παράδειγμα εγκατάστασης κάδων συλλογής αστικών λυμάτων με σύστημα AVAC (Πηγή: Διαδίκτυο)	16
Εικόνα 4: Σχέδιο υπόγειας μητρόπολης στο Kansas City της Αμερικής (πηγή: Bold and Visionary Planning of Tunnels and Underground Space, Harvey W. Parker, 2007).....	23
Εικόνα 5: Διάφοροι τύποι πυρηνικών αποβλήτων (πηγή Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power, European Commission, 2004).....	28
Εικόνα 6: Αριστερά, παράδειγμα χρήσης υλικών για μόνωση των πυρηνικών αποβλήτων. Δεξιά, παράδειγμα σχεδιασμού αποθηκευτικού χώρου πυρηνικών αποβλήτων. (Πηγή: Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power, European Commission, 2004)	30
Εικόνα 7: Διάγραμμα Venn για την απεικόνιση της αξίας μιας επένδυσης (πηγή; Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation, IFAC, 2012).....	40
Εικόνα 8: Παρακολούθηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου. Με σκούρο μπλε η περιοχή που δημιουργείται ένα «δαχτυλίδι» πάγου (πηγή Park et al., 2012).....	55
Εικόνα 9: Πανοραμική άποψη του υπόγειου σταθμού αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου (πηγή Park et al., 2012).....	56
Εικόνα 10: Σύγκριση κόστους κατασκευής για τρεις διαφορετικούς τύπους σταθμών αποθήκευσης και μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Με πράσινο η λύση υπογείου σταθμού σε μικρό βάθος, με μπλε η λύση υπέργειου σταθμού και με κόκκινο η λύση υπογείου σταθμού σε μεγάλο βάθος (πηγή Park et al., 2012)	57
Εικόνα 11: Χρηματοροές κόστους για ένα υπέργειο και ένα υπόγειο ορυχείο (πηγή Shinobe, 1997).....	60
Εικόνα 12: Κατηγορίες εξόδων και η συνολική ποσοστιαία συμμετοχή τους στα συνολικά έξοδα (πηγή Shinobe, 1997)	61
Εικόνα 13: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του άρθρου των Lilford και Minnitt (πηγή Lilford and Minnitt, 2005)	67
Εικόνα 14: Το κτίριο του Κονοφάγου. (Δ.-Μ. Μαυρομιχάλη με τίτλο «Κοστολόγηση κατασκευής υπογείου χώρου αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων στο Τ.Π.Π.Α.», 2010)	71
Εικόνα 15: Τρισδιάστατη άποψη της υπόγειας αποθήκης επικίνδυνων αποβλήτων όσον αφορά τις ερευνητικές γεωτρήσεις και το στρώμα οροφής "ανώτερου μαρμάρου" (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2006).....	72

Εικόνα 16: Εγκάρσια τομή του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο	73
Εικόνα 17: Κάτοψη του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο και περιβάλλοντος χώρου	74
Εικόνα 18: Κάτοψη του κτιρίου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο με λεπτομέρεια κίνησης των μηχανημάτων στο εσωτερικό του	74
Εικόνα 19: Δορυφορική εικόνα της περιοχής. Σημειώνεται η θέση του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων και η ράμπα εισόδου στο κτίριο	75
Εικόνα 20: Χρηματοροή επένδυσης. Μελλοντικά έσοδα > Αρχικό κόστος και Αξία επένδυσης = Αρχικό κόστος	84

Πίνακες

Πίνακας 1: Διαδικασία απόφασης για επενδύσεις (πηγή: Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation, IFAC, 2012)	39
Πίνακας 2: Γραφική απεικόνιση της αποτίμησης της εγκατάστασης χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθοδολογίες	86
Πίνακας 3: Πίνακας διακυμάνσεων των αποτιμήσεων της αξίας της επένδυσης	88
Πίνακας 4: Διαφορές στην αποτίμηση της αξίας επένδυσης (εικόνα από Falls, Haas and Tighe, 2004)	89
Πίνακας 5: Διακυμάνσεις στην αποτίμηση της αξίας επένδυσης (εικόνα από Falls, Haas and Tighe, 2004)	90

Περίληψη

Πολλά έχουν γραφτεί σχετικά με το θέμα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων που παράγει ετήσια η χώρα μας. Πρόσφατα μάλιστα, η Ελλάδα καταδικάστηκε ακόμα μια φορά για την ελλιπή δράση της σχετικά με το πρόβλημα της διαχείρισης των αποβλήτων αυτών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της κακής διαχείρισης στην Ελλάδα, αποτελεί η περίπτωση του Λαυρίου, ενός ιστορικού χώρου εξόρυξης. Παράλληλα με τις εξορυκτικές δραστηριότητες, στην περιοχή υπήρχαν συγκεντρωμένα απόβλητα όπως μόλυβδος, αρσενικό κ.α. Η αποθήκευση μάλιστα αυτών των αποβλήτων γινόταν με ιδιαίτερα αναποτελεσματικό τρόπο, στο κτίριο του Κονοφάγου, ένα εγκαταλελειμμένο και ετοιμόρροπο κτίριο.

Πρόσφατα, το Ελληνικό κράτος σε μια προσπάθεια να αντιμετωπίσει το συγκεκριμένο πρόβλημα προέβη σε μια ριζοσπαστική και καινοτόμο για τη χώρα μας λύση. Η δημιουργία υπόγειου σταθμού αποθήκευσης των επικίνδυνων ουσιών, αποτελεί όχι μόνο πρωτοπόρα λύση, καθώς αξιοποιεί για πρώτη φορά πανελληνίως τον υπόγειο χώρο για αυτό το σκοπό, αλλά και μειώνει το κόστος εξαγωγής των αποβλήτων σε άλλες χώρες, λύση που επικρατούσε μέχρι σήμερα.

Η παρούσα διπλωματική έχει σκοπό να εξετάσει την οικονομική διάσταση της λύσης αυτής, προσφέροντας μια – όσο το δυνατόν – αντικειμενικότερη μελέτη πάνω στις επιλογές αξιοποίησης του υπογείου χώρου, ώστε να αντιμετωπισθεί το φλέγον ζήτημα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων. Παράλληλα, θα εξεταστούν ζητήματα όπως η χρήση του υπογείου χώρου σε παγκόσμια κλίμακα, καλές πρακτικές διαχείρισης επικίνδυνων αποβλήτων στη παγκόσμια βιβλιογραφία, ένας μεγάλος όγκος ώστε να καλυφθούν οι σύγχρονες τεχνικές αποτίμησης οικονομικών επενδύσεων, τόσο από πολυεθνικές εταιρείες που εξειδικεύονται στο χώρο, όσο και από έγκριτους επιστήμονες που ασχολούνται με το συγκεκριμένο ζήτημα πολλά χρόνια και τέλος, την ίδια τη μελέτη σκοπιμότητας του υπόγειου σταθμού αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων στο Λαύριο.

Abstract

There is a great amount of reports that are focused on the subject of managing dangerous waste which is annually produced in Greece. Recently, the European Court had issued another conviction against Greece because of inadequate action in managing its own waste.

A very good example of the mismanagement that characterizes Greece on the specific issue is the case of Lavrion, a historical mining place. There in the course of the mining process, the mines were producing a lot of dangerous wastes like lead and arsenic. The storage of those dangerous wastes was performed in a very inefficient way, namely in an abandoned and half-collapsed building.

In a recent attempt to manage the continuous hazards for nearby populated areas, the Greek government pursued an innovative and radical solution. An underground storage facility for dangerous waste was designed and constructed. This is an innovative concept, because it is the first time that a storage facility is designed to be built underground. At the same time, this solution is by far better from an economic viewpoint, as the cost of exporting the dangerous wastes – the most common solution so far – was substantial.

This thesis will attempt a review of the economic aspects of the investment at Lavrion, trying to maintain an objective view thereon. Meanwhile, this thesis will cover the subjects of underground usage for waste management globally, good practices on both waste management and underground value, a big amount of the global literature on value estimation from both global businesses and experienced researchers and of course the feasibility study of the investment at Lavrion.

Κεφάλαιο 1^ο: Πρόλογος

1.1 Σχετικά με το θέμα

Το θέμα της αξιοποίησης του υπόγειου χώρου είναι ένα θέμα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα για περισσότερο από 50 χρόνια. Η κάλυψη όλου του επιφανειακού χώρου με κατασκευές ποικίλης χρήσης καθώς και η συνειδητοποίηση της αξίας του υπογείου χώρου ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπως η αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη νέων καινοτόμων λύσεων στην κατασκευή υπογείων έργων, οδήγησε στον επανασχεδιασμό των αστικών τοπίων με την προσθήκη νέων υπόγειων έργων. Οδικές σήραγγες, υπόγεια καλώδια, υπόγειοι χώροι αποθήκευσης απορριμμάτων, κάνουν την εμφάνισή τους σιγά σιγά και στην ελληνική πραγματικότητα.

Ένα ακόμα παράδειγμα χρήσης υπογείου χώρου είναι η αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών, όπως η περίπτωση της αποθήκευσης του στερεού αρσενικού στο Λαύριο. Ο νέος υπόγειος σταθμός αποθήκευσης είναι η λύση που δόθηκε στο μέχρι πρότινος προβληματικό σταθμό αποθήκευσης του στερεού αρσενικού στο κτίριο του Κονοφάγου. Ο νέος υπόγειος σταθμός χωρητικότητας σχεδόν 2.000 μ², είναι ικανός να αποθηκεύσει 5.000 τόνους αρσενικού αλλά και άλλων επικίνδυνων ουσιών που αποτελούν παράγωγα των ορυχείων της περιοχής που βρίσκονται εκεί από τα αρχαία ακόμα χρόνια. Το συγκεκριμένο κτίσμα αποτελεί βασική ενότητα της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Το συγκεκριμένο έργο αποτέλεσε ορόσημο στην ελληνική πραγματικότητα, όχι τόσο γιατί επρόκειτο για ένα υπόγειο έργο μεγάλου μεγέθους, όσο για τη χρήση του. Χωρίς το συγκεκριμένο έργο, η χώρα μας ήταν αναγκασμένη να εξάγει τα παράγωγα της δραστηριότητας εξόρυξης με αποτέλεσμα να επωμίζεται ένα μεγάλο κόστος που αύξανε το συνολικό κόστος εξόρυξης των ορυκτών αυτών. Με το συγκεκριμένο έργο η χώρα μας αποκτάει ένα σύγχρονο έργο αποθήκευσης των παραγώγων αυτών πετυχαίνοντας ταυτόχρονα την άμεση βελτίωση των συνθηκών της περιοχής αλλά και τη μείωση του κόστους της εξόρυξης.

Ένα ζητούμενο το οποίο αποτελεί κύριο στοιχείο της παρούσας διπλωματικής είναι η αναγνώριση της πραγματικής αξίας του έργου αυτού, καθότι πέραν από το κόστος κατασκευής του, η αξία του μπορεί και πρέπει να συνυπολογίσει τη θετική συνεισφορά του έργου στη περιοχή αλλά και στη μείωση του κόστους εξαγωγής αποβλήτων της χώρας μας σε άλλες χώρες. Για να γίνει αυτό δυνατό, χρησιμοποιήθηκαν διαδικασίες και μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σε όλες τις αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες για το προσδιορισμό της πραγματικής αξίας ενός έργου (fair value).

1.2 Αντικείμενο, στόχοι, μεθοδολογία και δομή της διπλωματικής

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής είναι η μελέτη εν γένει της αξίας του υπογείου χώρου και οι πιθανές χρήσεις του, η αναφορά στα κυριότερα standards υπολογισμού της αντικειμενικής αξίας του υπογείου χώρου και των υπογείων έργων, η παράθεση παραδειγμάτων κατανόησης από τη σύγχρονη διεθνή βιβλιογραφία αλλά και η προσπάθεια της αποτίμησης της αξίας του έργου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που περιγράφουν την διαδικασία αξιολόγησης τέτοιων έργων από τα διεθνή standards που μελετήθηκαν.

Οι στόχοι της διπλωματικής είναι η αποτύπωση της σύγχρονης βιβλιογραφίας σχετικά με την αξιοποίηση του υπογείου χώρου, η καταγραφή των κυριότερων standards και του τρόπου προσέγγισης αυτών, της διαδικασίας αποτίμησης του υπογείου χώρου και των υπογείων έργων, η παράθεση παραδειγμάτων κατανόησης των διαδικασιών αυτών και τέλος, η προσπάθεια αποτίμησης της αντικειμενικής αξίας (fair value) του έργου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο, βάσει των μεθόδων που αξιολογούν παρόμοια έργα και των διεθνών standards που εξετάστηκαν.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στη συγκεκριμένη διπλωματική ήταν η μελέτη της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας και η εφαρμογή των διαδικασιών που περιγράφονται στα κυριότερα standards που μελετήθηκαν, με σκοπό την αποτίμηση της αντικειμενικής αξίας (fair value) του έργου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που περιγράφουν την διαδικασία αξιολόγησης τέτοιων έργων από τα διεθνή standards που μελετήθηκαν. Πιο συγκεκριμένα, η

διεθνής βιβλιογραφία που μελετήθηκε αναφέρεται σε τέσσερις διαφορετικές ενότητες.

Πρώτη ενότητα είναι η βιβλιογραφία που καλύπτει τη χρήση του υπογείου χώρου, τις τάσεις αξιοποίησης αυτού από διάφορες χώρες και το ρόλο της σύγχρονης τεχνολογίας στην αξιοποίηση του υπογείου χώρου. Η δεύτερη ενότητα καλύπτει τα βασικότερα διεθνή standards που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες για τον υπολογισμό της αντικειμενικής αξίας (fair value) των υπογείων έργων και του υπογείου χώρου εν γένει. Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει επιλεγμένα παραδείγματα της χρήσης των standards αυτών και την συνεισφορά αυτών στη διευκόλυνση της αξιοποίησης του υπογείου χώρου. Τέλος, η τέταρτη ενότητα περιλαμβάνει βιβλιογραφία που περιγράφει την κατασκευή και λειτουργία του υπογείου σταθμού αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο με σκοπό την συλλογή εκείνων των στοιχείων που θα μας επιτρέψουν να υπολογίσουμε την αντικειμενική αξία του συγκεκριμένου έργου χρησιμοποιώντας τα διεθνή standards.

Τέλος, η δομή της εργασίας περιλαμβάνει το πρώτο κεφάλαιο του προλόγου που περιγράφει γενικά το σύνολο της διπλωματικής εργασίας, το αντικείμενό της, τους στόχους της, τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και τη δομή της. Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί μια εισαγωγή στα υπόγεια έργα και την αξιοποίηση υπογείων χώρων στο διεθνές προσκήνιο. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να δοθεί μια συνοπτική εικόνα του αντικειμένου με σκοπό την κατανόηση βασικών στοιχείων, απαραίτητων στη συνέχεια της παρούσας διπλωματικής.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στα διεθνή standards που χρησιμοποιούνται στις περισσότερες αναπτυσσόμενες και αναπτυσσόμενες χώρες με σκοπό την αποτύπωση της αντικειμενικής αξίας (fair value) του υπογείου χώρου και των υπογείων έργων. Στο κεφάλαιο αυτό δεν γίνεται βαθύτερη ανάλυση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της αντικειμενικής αξίας σε εκάστοτε περίπτωση, αλλά δίνεται μια ξεκάθαρη εικόνα στον τρόπο υπολογισμού αυτής με το εκάστοτε εγχειρίδιο. Τα standards αυτά εξάλλου καλύπτουν τόσο τεχνικά ζητήματα όπως οικονομικούς τύπους υπολογισμού της αξίας και χρήσιμες πρακτικές

κατά τη διαδικασία της αποτύπωσης της αξίας αυτής, καθώς και άλλα θέματα όπως νομοθετικά, λογιστικά κλπ. Από το σύνολο των περιεχομένων τους, επιλέχθηκαν να αναφερθούν τα στοιχεία εκείνα που θα αξιοποιηθούν και στη συνέχεια της διπλωματικής, αφήνοντας τον αναγνώστη να ανατρέξει σε αυτά για περαιτέρω πληροφορίες σε περίπτωση που εκείνος το επιθυμεί.

Για να γίνουν πιο κατανοητά τα παραπάνω standards, στο τέταρτο κεφάλαιο επιλέχθηκε ένας αριθμός παραδειγμάτων από τη διεθνή βιβλιογραφία τα οποία παρατίθενται στη συνέχεια με σκοπό την επεξήγηση της χρήσης και της αξίας αυτών των standards στη διαδικασία εκτίμησης της αξίας του υπογείου χώρου και των υπογείων έργων, καθώς και τη σημασία της καθολικής αποδοχής των μεθόδων αυτών αφού είναι αναγκαία η ύπαρξη μιας ενιαίας διαδικασίας αποτίμησης ώστε να μπορούν οι υπόγειοι χώροι να αξιοποιηθούν οικονομικά.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, θα γίνει αναφορά στο έργο αποθήκευσης αποβλήτων του Λαυρίου και δίνονται μερικές εκτιμήσεις και κατευθύνσεις ως προς τον πιθανό τρόπο υπολογισμού της αξίας του έργου αυτού με εναλλακτικές μεθόδους, πέραν αυτής της καταμέτρησης του κόστους κατασκευής του έργου. Για να γίνει αυτό δυνατό, δίνονται τα οικονομικά στοιχεία του έργου με τη μέγιστη ακρίβεια που ήταν δυνατό να γίνει αυτό, καθώς και εκτιμώνται με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια δείκτες και τιμές που αφήνονται στην ευθύνη του αξιολογητή να τις προσεγγίσει.

Φυσικά η διπλωματική κλείνει με τα συμπεράσματα και προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στο έκτο κεφάλαιο και ακολουθούν οι βιβλιογραφικές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής.

Κεφάλαιο 2^ο: Υπόγειος Χώρος και Υπόγεια Έργα

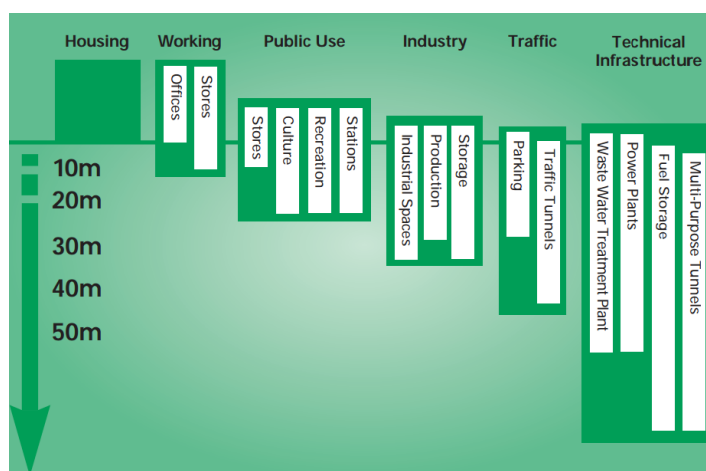
Ο πρώτος σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι να κάνει μια σύντομη και περιεκτική σύνοψη της σύγχρονης διεθνούς βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τις χρήσεις του υπόγειου χώρου, τον υπολογισμό της αξίας του και να παραθέσει παραδείγματα βασισμένα σε πετυχημένες πρακτικές διεθνώς. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού μελετήθηκε μεγάλο μέρος της σύγχρονης βιβλιογραφίας. Η έννοια της αξιοποίησης του υπογείου χώρου είναι μια ιδέα σχετικά πρόσφατη. Η πρώτη βιβλιογραφική αναφορά που αναφέρεται στην αξιοποίηση του υπογείου χώρου ανήκει στον Donald Dunlap, ο οποίος στο άρθρο του «The appraisal of pipeline rights of way» κάνει αναφορά στην ανάγκη να συνεκτιμηθεί με κάποιο τρόπο η αξία του υπογείου χώρου στην συνολική αξία ενός οικοπέδου (Dunlap, 1951). Η αφορμή για τη σκέψη αυτή έχει να κάνει με την αξία του υπογείου χώρου ενός οικοπέδου, θετικής ή αρνητικής, καθώς πολλές φορές τα οικοπέδα βρίσκονται σε κομβικά σημεία και «φιλοξενούν» στο υπόγειο τμήμα τους σωλήνες ύδρευσης / αποχέτευσης, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις παροχής ρεύματος / διαδικτύου κλπ. ενώ σε άλλα, το υπέδαφος έχει μολυνθεί και είναι ακατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση.

Η αξία του υπογείου χώρου καθημερινά παίρνει όλο και μεγαλύτερη έκταση καθώς όλο και περισσότερες παροχές περνούν από το υπέργειο, στο υπόγειο κομμάτι των αστικών περιοχών. Δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, δίκτυα σταθερής τηλεφωνίας και διαδικτύου, αποθήκευση αστικών στερεών αποβλήτων, υπόγειες διαβάσεις για πεζούς, δίκτυο μετρό και υπόγεια δίκτυα συγκοινωνίας είναι μόνο μερικά από τα παραδείγματα που η ανθρωπότητα αξιοποιεί με ζήλο τα τελευταία πενήντα χρόνια. Ιδιαίτερως στις αναπτυσσόμενες χώρες του πλανήτη όπου οι ρυθμοί ανάπτυξης είναι διαρκώς θετικοί, η υπερβολική κατασκευαστική δραστηριότητα δημιουργεί ερωτήματα σχετικά με μια βιώσιμη στρατηγική αστικής ανάπτυξης.

Σήμερα, η χρήση της υπόγειας γης θα μπορούσε να συνοψιστεί στο γράφημα που βρίσκεται στην εικόνα 1 και προέρχεται από το άρθρο των Ronka, et al. (Ronka, et al. 1998). Παρ' όλα αυτά, η χρήση της υπόγειας γης είναι ένα αντικείμενο που σχετικά πρόσφατα άρχισε να μελετάται σε βάθος. Μέχρι στιγμής, η αξιοποίηση της υπόγειας γης γίνεται χωρίς στρατηγικό σχεδιασμό και μελέτη στην εκάστοτε περιοχή. Λίγες πόλεις έχουν αναπτύξει στρατηγικό σχέδιο αξιοποίησης υπόγειας γης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας περιοχής είναι το Χονγκ Κονγκ, περιοχή με ιδιαίτερους υψηλούς δείκτες ανάπτυξης την τελευταία δεκαετία. Η πρόσφατη μελέτη της εταιρίας ARUP με τίτλο «Enhanced Use of Underground Space in Hong Kong» (ARUP, Enhanced Use of Underground Space in Hong Kong, Executive Summary) αποτελεί μια μελέτη σχετικά με την βέλτιστη αξιοποίηση του υπογείου χώρου του Χονγκ Κονγκ, προσπαθώντας να δώσει λύσεις στο πρόβλημα της ανάγκης εξεύρεσης χώρου για βοηθητικές υπηρεσίες εντός των πολυπληθέστερων και πιο πυκνοκατοικημένων αστικών κέντρων παγκοσμίως. Στη μελέτη αυτή παραθέτονται καταρχάς πολλές από τις σημαντικότερες έρευνες που έχουν γίνει σχετικά με την αξιοποίηση του υπογείου χώρου του Χονγκ Κονγκ, δίνοντας στον αναγνώστη μια σύντομη εικόνα στις μέχρι πρότινος απαντήσεις της επιστημονικής κοινότητας στο πρόβλημα της βέλτιστης αξιοποίησης του υπογείου χώρου.

Εν συνεχεία, η συγκεκριμένη μελέτη παραθέτει παραδείγματα μεγάλων υπόγειων έργων σε άλλες περιοχές όπως την κατασκευή της πρώτης υπόγειας πισίνας στον κόσμο στο Γιονίς της Νορβηγίας το 1975 αλλά και αυτή στο Ιτάκεσκους της Φινλανδίας το 1993, καθώς και τις

εγκαταστάσεις ύδρευσης και αποχέτευσης στις πόλεις Oset και Veas της Νορβηγίας. Τα έργα αυτά μπορούν να συγκριθούν με αντίστοιχα έργα που έχουν πραγματοποιηθεί στο Χονγκ Κονγκ και παρουσιάζονται στη συνέχεια. Η μελέτη



Εικόνα 1: Χρήση υπόγειας γης σήμερα ανάλογα με τον τομέα αξιοποίησης (πηγή Ronka, et al., 1998)

παραθέτει ένα πίνακα που παρουσιάζει τις μέχρι στιγμής πραγματοποιούμενες χρήσεις υπόγειας γης στους διάφορους τομείς όπως παράδειγμα τη χρήση υπόγειου χώρου για μεταποιητική δραστηριότητα στο εμπορικό κομμάτι του Χονγκ Κονγκ, την αποθήκευση και τη βιομηχανική χρήση στον τομέα των βιομηχανιών, τη δημιουργία υπόγειων σταθμών παραγωγής ενέργειας, το σύστημα ύδρευσης και αποχέτευσης, τη δημιουργία αθλητικών εγκαταστάσεων κ.α. στο τομέα των δημόσιων αγαθών. Δίπλα σε αυτά, δίνονται προτεινόμενες νέες χρήσεις της υπόγειας γης που μέχρι στιγμής δεν αξιοποιούνται στη περιοχή του Χονγκ Κονγκ. Η αποθήκευση πληροφοριών (data centers), η δημιουργία υπόγειων τεχνολογικών πάρκων, η δημιουργία κρεματορίων σε υπόγειους χώρους και η δημιουργία υποσταθμών ενέργειας, είναι μερικά μόνο παραδείγματα που προτείνει τελικά η μελέτη ως βέλτιστο τρόπο ανάπτυξης του Χονγκ Κονγκ.

Ο λόγος για τον οποίο η μελέτη υποστηρίζει ότι οι μονάδες αυτές θα μπορούσαν να κατασκευαστούν υπογείως, είναι η οικονομία που προέρχεται από τη διαφορά της αξίας της υπόγειας γης σε σχέση με την υπέργεια. Σε μια περιοχή σαν το Χονγκ Κονγκ, όπου οι αντικειμενικές αξίες των οικοπέδων έχουν σκαρφλώσει σε δυσθεώρητα ύψη, η αξιοποίηση της φθηνότερης επιλογής που προσφέρει η επέκταση της κατασκευαστικής δραστηριότητας στον υπόγειο χώρο φαίνεται μονόδρομος. Ακόμα και το αυξημένο κατασκευαστικό κόστος των έργων αυτών υπερκαλύπτεται από τη διαφορά της αξίας της υπόγειας γης, σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή της υπέργειας. Τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίζονται από τη μελέτη για την υλοποίηση των σχεδίων αυτών είναι η έλλειψη νομοθεσίας σχετικής που να επιτρέπει την κατασκευή τέτοιων έργων χωρίς γραφειοκρατικές καθυστερήσεις, η έλλειψη στρατηγικού σχεδιασμού για την υπόγεια ανάπτυξη του αστικού ιστού, η έλλειψη εμπειρίας σχετικά με τη διαχείριση υπόγειων εγκαταστάσεων και η ελλιπής ενημέρωση των δημόσιων φορέων και των ιδιωτών που οδηγούν στο μειωμένο ενδιαφέρον από την πλευρά τους για την κατασκευή τέτοιων έργων. Τα προβλήματα αυτά φαίνονται να έχουν αντιμετωπισθεί σχετικά σε άλλες χώρες όπως η Νορβηγία και η Φινλανδία, οι οποίες λόγω και των περιβαλλοντικών συνθηκών, αναγκάστηκαν να κινηθούν σε υπόγειες λύσεις νωρίτερα.

Η μελέτη συνεχίζει με τη δημιουργία ενός πιλοτικού σχεδίου αξιοποίησης του υπογείου χώρου, ορίζοντας τους άξονες προτεραιότητας των έργων και τις περιοχές που θα ήταν σκόπιμο να δοθεί έμφαση στην αξιοποίηση της υπόγειας γης. Αυτή η μελέτη είναι απλά ένα προσχέδιο το οποίο είναι απαραίτητο να υπάρχει – εάν όχι και σε μια πιο εκτεταμένη μελέτη – ώστε να αξιοποιηθεί με το βέλτιστο τρόπο η υπόγεια γη της εκάστοτε περιοχής, με τρόπο παρόμοιο όπως ένα πολεοδομικό σχέδιο είναι απαραίτητο πριν την αξιοποίηση του υπέργειου χώρου. Ταυτόχρονα, αυτή η στρατηγική προσέγγιση του προβλήματος της βιώσιμης υπόγειας ανάπτυξης του αστικού ιστού, προσφέρει πολλά μελλοντικά πλεονεκτήματα έναντι σε έναν άναρχο τρόπο δόμησης στον υπόγειο αστικό ιστό. Μεγάλες εγκαταστάσεις όπως μεγάλα δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης, οδικά έργα μεγάλης έκτασης και άλλες μεγάλες κατασκευές μπορεί να σκοντάψουν σε σοβαρά εμπόδια, σε περίπτωση που ο υπόγειος χώρος που είναι αναγκαίος για να κατασκευαστούν έχει καταλειφθεί προηγουμένως από άλλες υπόγειες κατασκευές ήσσονος σημασίας.

Μια παρόμοια μελέτη έγινε από την εταιρεία International Solid Waste Association (ISWA) με σκοπό την βέλτιστη αντιμετώπιση του προβλήματος της διαχείρισης στερεών αστικών λυμάτων, που δεν αποσκοπούσε στην αντιμετώπιση του προβλήματος σε συγκεκριμένο χωρικό πλαίσιο αλλά προσφέρει λύσεις και πρακτικές στο αντικείμενο της αποθήκευσης των στερεών αστικών αποβλήτων στα αστικά περιβάλλοντα ([ISWA, Underground Solutions for Urban Waste Management: Status and Perspectives, Report, January 2013](#)).

Στο συγκεκριμένο άρθρο τονίζεται η σημασία της εκμετάλλευσης του υπογείου χώρου για την αποθήκευση και διαχείριση των στερεών αστικών αποβλήτων στα αστικά περιβάλλοντα, καθώς η αξιοποίηση του υπογείου χώρου μπορεί να αυξήσει τον αποθηκευτικό χώρο των κάδων για απορρίμματα μέσω της αύξησης του αποθηκευτικού χώρου στο υπόγειο κομμάτι, πολλαπλασιάζοντας το χώρο αποθήκευσης διατηρώντας σταθερό το μέγεθος που καταλαμβάνουν οι κάδοι συλλογής απορριμμάτων στο υπέργειο τμήμα τους. Επιπρόσθετα, η επί τόπου κομποστοποίηση των απορριμμάτων με μηχανές που τοποθετούνται στο υπόγειο κομμάτι των κάδων ανακύκλωσης μπορεί να αυξήσει την αποθηκευτική τους ικανότητα μέχρι και 250%.

Άλλα πλεονεκτήματα που αντιμετωπίζονται με τη χρήση υπόγειου τμήματος για συλλογή και επεξεργασία στερεών αστικών αποβλήτων, είναι η βελτίωση της αισθητικής των πόλεων, καθώς πλέον οι κάδοι κρύβονται υπογείως και με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η υγιεινή των περιοχών, αφού προστατεύεται το περιβάλλον από βακτηριδιακά προβλήματα και δυσάρεστες οσμές, ιδιαιτέρως τους καλοκαιρινούς (θερμούς) μήνες. Τέλος, αποφεύγονται και τα προβλήματα βανδαλισμού των υπέργειων κάδων που συχνά αποτελούν πρόβλημα στις εταιρείες διαχείρισης των απορριμμάτων. Να σημειωθεί ότι υπόγειοι αστικοί κάδοι ανακύκλωσης έχουν εγκατασταθεί ήδη σε διάφορες πόλεις της Ελλάδος (Αθήνα τον Απρίλιο του 2014, Ξάνθη και Καρδίτσα εδώ και αρκετά χρόνια και αλλού), ενώ στην Αλεξανδρούπολη λειτουργεί κάδος σκουπιδιών που στο υπόγειο τμήμα του έχει δυνατότητα κομποστοποίησης και αποθήκευσης στερεών αστικών αποβλήτων.



Εικόνα 2: Αριστερά πάνω, υπόγειος κάδος συλλογής στερεών αστικών αποβλήτων στη Καλαμάτα, κάτω υπόγειος κάδος συλλογής στερεών αστικών αποβλήτων στη Καρδίτσα και δεξιά πάνω, αυτόματος κάδος επεξεργασίας στερεών αποβλήτων στην Αλεξανδρούπολη (Πηγή: Διαδίκτυο)

Ακόμα ένα σημαντικό κομμάτι της έκθεσης αυτής είναι η πρόταση για δημιουργία ενός



Εικόνα 3: Παράδειγμα εγκατάστασης κάδων συλλογής αστικών λυμάτων με σύστημα AVAC (Πηγή: Διαδίκτυο)

αυτοματοποιημένου συστήματος συλλογής απορριμμάτων μέσα από ένα δίκτυο σωλήνων πεπιεσμένου αέρα (automated vacuum or pneumatic waste collection system – AVAC) που μειώνουν το κόστος διαχείρισης συλλογής απορριμμάτων έως και 65%. Με το παραπάνω σύστημα, όχι μόνο αυτοματοποιείται το σύνθετο πρόβλημα της συλλογής των στερεών αστικών λυμάτων, αλλά ενισχύεται και η πολιτική της πληρωμής των ιδιωτών ανά όγκο απορριμμάτων. Με αυτό τον τρόπο ενθαρρύνεται η οικολογική και περιβαλλοντικά ορθότερη λογική της λελογισμένης σπατάλης και παραγωγής λυμάτων που αντιμετωπίζουν όλα τα μεγάλα αστικά κέντρα του κόσμου. Το μειονέκτημα φυσικά αυτής της μεθόδου είναι το υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης, η δυσκολία στην συντήρηση του συστήματος και το μέγεθος του υπογείου χώρου που απαιτείται να καταληφθεί για την εγκατάσταση του δικτύου σωλήνων πεπιεσμένου αέρα.

Παρ' όλο που η συγκεκριμένη τακτική φαντάζει μακρινή για την ελληνική πραγματικότητα, θα έπρεπε να γίνει μια ακριβής οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ενός τέτοιου δικτύου πριν απορριφθεί η πιθανότητα, καθώς το πρόβλημα διαχείρισης στερεών αστικών λυμάτων σε όλα τα μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας αποτελεί ένα από τα μείζονα προβλήματα των τοπικών αυτοδιοικήσεων. Με μια αυτοματοποιημένη λύση συλλογής και επεξεργασίας απορριμμάτων είναι εφικτή, όχι μόνο η δραστική μείωση του κόστους αλλά και η περιβαλλοντικά ορθότερη διαχείριση του προβλήματος. Εξάλλου, τα περισσότερα αστικά κέντρα στην Ελλάδα θα χρειαστεί να δώσουν δραστικές απαντήσεις στο πρόβλημα αυτό και η αντιμετώπιση του προβλήματος που θα βασίζεται σε ένα μακροχρόνιο σχέδιο

δράσης, είναι πάντα αποτελεσματικότερη σε βάθος χρόνου από μια προσωρινή αναβολή αντιμετώπισής του μέσα από σπασμωδικές δράσεις.

Ακόμα ένα παράδειγμα που συναντάται και στην ελληνική πραγματικότητα, σχετίζεται με τα κόστη της εγκατάστασης των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας (καλώδια ηλεκτροδότησης, καλώδια οπτικών ινών για κοινόχρηστη σύνδεση στο διαδίκτυο κλπ.) πάνω και κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Σχετική είναι η έκθεση της υπηρεσίας State Highway Administration (SHA) για την πολιτεία Maryland των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής ([State Highway Administration Research Report, Cost Benefits for Overhead/Underground Utilities: Edwards and Kelcey, INC/Exeter Associates, INC, Final Report, October 2003](#)). Η μελέτη της SHA καλύπτει σχεδόν όλες τις πτυχές των επιχειρήσεων αυτών, από τα κόστη εγκατάστασης μέχρι και τα κόστη συντήρησης. Σκοπός της έκθεσης αυτής είναι να αιτιολογήσει τρόπους ώστε να μειωθούν τα κόστη που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις αυτές. Πιο συγκεκριμένα, η έκθεση αυτή υποστηρίζει ότι ακολουθώντας τα συμπεράσματα που παραθέτονται, είναι εφικτό να μειωθεί το κόστος των υπέργειων εγκαταστάσεων περί των 0.6 με 1 εκατομμύριο ευρώ ανά μίλι και των υπογείων εγκαταστάσεων περί των 3.3 με 8.3 εκατομμύρια ευρώ ανά μίλι – ένα μεγάλο ποσό δεδομένης της μεγάλης έκτασης που εκτείνονται αυτές οι εγκαταστάσεις.

Ο τρόπος με τον οποίο είναι δομημένη η συγκεκριμένη έκθεση είναι ουσιαστικά μέσω συλλογής όλων των διαθέσιμων δεδομένων περί των εξόδων των σχετικών επιχειρήσεων κοινωφελούς χρήσης (οι αντίστοιχες υπηρεσίες στην Ελλάδα ουσιαστικά είναι η ΔΕΗ, ο ΟΤΕ, τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας, οι υπηρεσίες παροχής διαδικτύου κλπ.) και η σχολαστική αποτίμηση των διάφορων μεθοδολογιών με σκοπό την εύρεση των πλέον συμφερόντων στρατηγικών. Η μεθοδολογία αυτή θα έβρισκε σοβαρά εμπόδια στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση εν γένει, καθώς η νομοθεσία σχετικά με την προστασία των δεδομένων αυτών είναι πολύ πιο αυστηρή και η συλλογή αυτών των δεδομένων θα ήταν ένα πολύ πιο δύσκολο έργο.

Τα αποτελέσματα στα οποία καταλήγει η συγκεκριμένη έρευνα, είναι ότι υπάρχουν πλεονεκτήματα στις υπόγειες λύσεις, όπως η αποφυγή ατυχημάτων στις υπέργειες εγκαταστάσεις, η μείωση της συχνότητας επισκευών κλπ., όμως ταυτόχρονα

αυξάνεται το αρχικό κόστος της εγκατάστασης. Αυτό εξαρτάται από το υπέδαφος το οποίο θα χρειαστεί να εκσκαφτεί, για την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων. Ταυτόχρονα, καταλήγει σε συγκριτικούς πίνακες, τους οποίους δεν θα παρουσιάσουμε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής και ο αναγνώστης παροτρύνεται να βρει στη συγκεκριμένη μελέτη.

Αναφέροντας προσπάθειες ώστε να μελετηθεί σε βάθος η πιθανότητα και η δυνατότητα να περάσει ένα μεγάλο μέρος του αστικού ιστού στο υπέδαφος, διακρίνουμε το βιβλίο των Ken Dobison και Rod Bowen, «Underground Space in the Urban Environment – Development and Use» ([Underground Space in the Urban Environment – Development and Use, Ken Dobison and Rod Bowen, The Warren Centre for Advanced Engineering, University of Sydney, June 1997](#)). Το βιβλίο αυτό γράφτηκε με σκοπό να αναγνωρίσει τις ευκαιρίες της αστικής ανάπτυξης στον υπόγειο χώρο της Αυστραλίας. Παρ' όλο που το συγκεκριμένο βιβλίο είναι γραμμένο περισσότερο από 17 χρόνια πριν, οι Dobison και Bowen έχουν κάνει εξαιρετική δουλειά βάζοντας ένα σύνολο από 19 περιπτώσεις υπογείων έργων υπό μελέτη, με σκοπό να εξάγουν πετυχημένες πρακτικές και χρήσιμες ιδέες αξιοποίησης του υπόγειου αστικού ιστού σε όλο τον κόσμο.

Μερικά από τα πιο αξιόλογα συμπεράσματα του βιβλίου αυτού είναι τα εξής:

- ❖ Η οικονομική ανάλυση της αξιοποίησης του υπογείου χώρου είναι συχνά δύσκολο να γίνει, λόγω της δυσκολίας να ποσοτικοποιηθούν οικονομικά μεγέθη όπως η προστασία του περιβάλλοντος.
- ❖ Συχνά οι αστικές κοινωνίες είναι έτοιμες να πληρώσουν ένα επιπρόσθετο κόστος, ώστε να κατασκευασθεί μια εγκατάσταση στον υπόγειο χώρο, αντί να κατασκευασθεί σε μια απομακρυσμένη περιοχή.
- ❖ Ο υπόγειος χώρος δεν είναι απεριόριστος. Πρέπει να γίνει αυστηρός σχεδιασμός και μελέτες, ώστε να προσδιοριστεί η βέλτιστη αξιοποίηση του υπογείου χώρου.
- ❖ Η κοινή γνώμη είναι εξαιρετικά προκατειλημμένη σχετικά με τις δυνατότητες αξιοποίησης του υπογείου χώρου.

- ❖ Ένα επιπρόσθετο ρίσκο στα υπόγεια έργα, είναι η αβεβαιότητα για το υπέδαφος που θα χρειαστεί να σκαφτεί για να κατασκευαστεί το έργο. Αυτός ο αστάθμητος παράγοντας πολλές φορές αποβαίνει καθοριστικός, για τη μη έγκριση της κατασκευής ενός υπόγειου έργου.

Το βιβλίο αυτό επίσης κλείνει με τις εξής προτάσεις:

- ❖ Πρέπει να υπάρξει σωστός σχεδιασμός, πριν την έναρξη κατασκευών των υπόγειων έργων.
- ❖ Η πολιτεία πρέπει να φροντίσει νομοθετικά ζητήματα, όπως την καθιέρωση standards και περιβαλλοντικών περιορισμών, ώστε να διευκολύνει την σωστή πορεία, προς την κατεύθυνση της εξάπλωσης του αστικού ιστού στο υπέδαφος.
- ❖ Η πολιτεία πρέπει να προσπαθήσει, ώστε να υπάρξει σωστή ενημέρωση του κόσμου για τη σημασία των υπογείων έργων.
- ❖ Είναι σημαντικό να δοθούν κίνητρα, ώστε να εξελιχθούν τεχνολογίες που θα επιτρέψουν την οικονομικότερη κατασκευή υπογείων έργων.

Ουσιαστικά αυτό το βιβλίο είναι μια μελέτη στην οποία αναλύονται όλοι οι παράγοντες των υπογείων έργων (οικονομικοί, τεχνολογικοί, νομοθετικοί, περιβαλλοντικοί, κοινωνικοί κλπ.), αναλύονται τα προβλήματα και οι ευκαιρίες σε κάθε έναν από αυτούς και γίνεται μια προσπάθεια να γίνει ένας σχεδιασμός, με σκοπό την προώθηση των υπογείων έργων στην Αυστραλία. Τέλος, τα περίπου είκοσι παραδείγματα που παραθέτονται, λειτουργούν σαν υποδείγματα σύγκρισης διεθνών έργων με μελλοντικά αντίστοιχα έργα στην Αυστραλία. Στα παραδείγματα αυτά, γίνεται λεπτομερής καταγραφή των συνθηκών υπό τις οποίες κατασκευάστηκε το έργο, με σκοπό την ανάδειξη των προηγούμενων συμπερασμάτων και προτάσεων μέσα από τα αναλυόμενα παραδείγματα.

Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί κομβικό σημείο στον τρόπο που η Αυστραλιανή κοινωνία προσεγγίζει τα υπόγεια έργα και γι' αυτό το λόγο το έργο αυτό είναι επίκαιρο ακόμη και σήμερα, 17 χρόνια μετά τη συγγραφή του. Μια αντίστοιχη μελέτη των ελληνικών συνθηκών κατασκευής υπογείων έργων θα τόνιζε όλα τα προβλήματα που ζητούν επίλυση στην ελληνική πραγματικότητα, θα αναδείκνυε τις ευκαιρίες και

θα κατεύθυνε την ελληνική πολιτεία να υιοθετήσει θετικότερη στάση απέναντι στην κατασκευή υπόγειων αστικών υποδομών.

Στην ελληνική πραγματικότητα τα υπόγεια έργα έχουν συνδεθεί με δύο ειδών έργα. Τα ορυχεία και τα συγκοινωνιακά τούνελ (υπόγειες διαβάσεις σε δρόμους κυκλοφορίας ή γραμμές μετρό). Για τις ανάγκες της ολοκλήρωσης τέτοιων έργων στη χώρα μας, έχει αναπτυχθεί όχι μόνο η κατάλληλη τεχνογνωσία αλλά υπάρχουν και τα κατάλληλα μηχανήματα, ικανά να φέρουν σε πέρας μεγάλα υπόγεια έργα. Η τεχνογνωσία και ο εξοπλισμός αυτός είναι δυνατόν να αξιοποιηθούν για ένα μεγάλο εύρος υπόγειων τεχνικών έργων και αυτό αποτελεί μια δυναμική για την τωρινή ελληνική πραγματικότητα. Επιπρόσθετα, η κατασκευή των πρώτων υπογείων έργων, όπως το υπόγειο έργο του Λαυρίου με σκοπό την απόθεση επικίνδυνων υλών, υποδεικνύουν την πρόθεση της ελληνικής πολιτείας να αξιοποιήσει δυναμικότερα το υπέδαφος με σκοπό την υλοποίηση και άλλων υπογείων έργων, εκτός των ορυχείων και των συγκοινωνιακών τούνελ.

Ασφαλώς, κυρίαρχα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν, πριν ο δρόμος για την αξιοποίηση των υπογείων χώρων ανοίξει, είναι τα περιβαλλοντικά ζητήματα, τα νομοθετικά θέματα και τα κατασκευαστικά προβλήματα, παράγοντες που είναι παρόμοιοι με εκείνους που είδαμε και στο προηγούμενο βιβλίο των Dobison και Bowen. Τα προβλήματα αυτά προφανώς δεν είναι τοπικά, αλλά παγκόσμια και η επιστημονική κοινότητα φαίνεται να κινείται παράλληλα για την επίλυσή τους. Την τελευταία δεκαετία έχουν γραφτεί πάρα πολλά άρθρα, έρευνες, μελέτες και βιβλία σχετικά με πιθανές λύσεις των προβλημάτων αυτών, ενώ ταυτόχρονα όλο και περισσότερα υπόγεια έργα κατασκευάζονται διεθνώς, προσφέροντας όλο και περισσότερες επιτυχημένες περιπτώσεις εφαρμογής.

Στο πλαίσιο αυτό σημαντικό είναι να αναφερθεί το άρθρο του καθηγητή Ευφραιμίδη στο μηνιαίο περιοδικό του ΤΕΕ το 2009 ([Υπόγεια Λατομεία Αδρανών Υλικών, Χαράλαμπος Ι. Ευφραιμίδης, ΤΕΕ, Τεύχος Ιουνίου 2009](#)). Στο άρθρο αυτό, ο ομότιμος καθηγητής εστιάζει σε ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα των ορυχείων παγκοσμίως, αυτό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Αυτό το πρόβλημα, όπως είδαμε ήταν και ένα από τα βασικά ζητήματα που αντιμετωπίζεται και στο βιβλίο των

Ken Dobison και Rod Bowen. Η ακριβής αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε υπόγεια έργα στην επικράτεια της Ελλάδος, δεν είναι κάτι πρωτόγνωρο όπως φαίνεται από τα πρόσφατα επεισόδια στις Σκουριές Χαλκιδικής για τα νέα ορυχεία χρυσού. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπογείων έργων όπως η αποψίλωση βουνοπλαγιών, η πλήξη της τοπικής χλωρίδας και πανίδας ακόμα και η αρνητική επιρροή σε περιοχές ιδιαίτερου φυσικού πλούτου, είναι δύσκολο να αποτιμηθούν. Η οικονομική προσέγγιση που γίνεται δεν είναι ικανοποιητική, καθώς η υποκειμενικότητα του αξιολογητή μπορεί είτε να επηρεάσει την συνολική αξιολόγηση σε τέτοιο βαθμό που να καταστήσει το έργο οικονομικά μη βιώσιμο, είτε να υποτιμήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε βαθμό που μετά το πέρας του έργου οι περιβαλλοντικές συνέπειες να είναι ουσιαστικά μη αναστρέψιμες, ακόμα και εάν δαπανιόταν μεγάλο μέρος των οικονομικών εσόδων σε μια προσπάθεια περιβαλλοντικής ανάκαμψης.

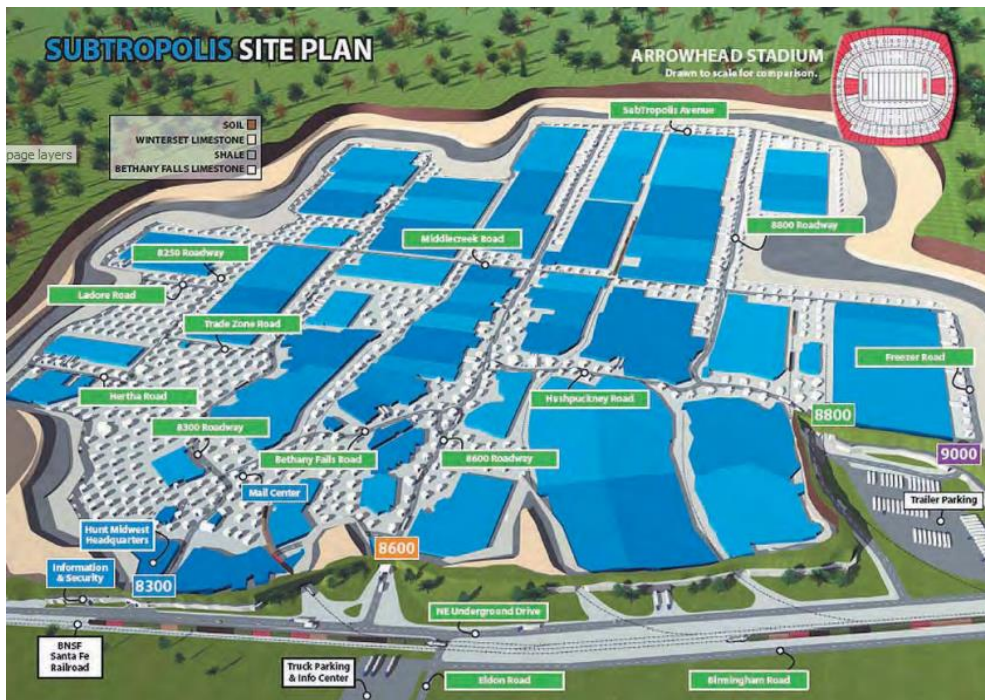
Ο κ. Ευφραιμίδης στο άρθρο του στο ΤΕΕ, προσθέτει ακόμα ένα στοιχείο στη δυσκολία της οικονομικής αποτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των υπογείων έργων, αυτό της οικονομικής ζημιάς σε άλλους κλάδους της οικονομίας, όπως ο πρωτογενής τομέας ή ο τουρισμός. Σκοπός του άρθρου του είναι να αυξήσει την εγρήγορση όλων των εμπλεκόμενων στα έργα εκμετάλλευσης υπογείων ορυγμάτων, για την εφαρμογή βιώσιμων λύσεων στο περιβαλλοντικό πρόβλημα αυτών των έργων. Πιο συγκεκριμένα, ο καθηγητής αναφέρεται στη λύση της υπόγειας εκμετάλλευσης των ορυγμάτων, δηλαδή την κατασκευή υπόγειων σταθμών επεξεργασίας ορυγμάτων. Η λύση αυτή θα επιτρέψει την εκμετάλλευση κοιτασμάτων σε μεγαλύτερο βάθος, ιδιαίτερος στις περιπτώσεις των ορυχείων των αδρανών ορυγμάτων που η ζήτησή τους παραμένει υψηλή, ενώ ταυτόχρονα τα επιφανειακά αποθέματα φθίνουν σε ανησυχητικό βαθμό.

Στα αρνητικά της πρότασης αυτής είναι φυσικά το υψηλό κόστος κατασκευής τέτοιων σταθμών, καθώς το κόστος λειτουργίας των υπογείων αυτών σταθμών είναι σίγουρα αυξημένο σε σχέση με μια επιφανειακή εγκατάσταση, ενώ ταυτόχρονα υψηλό είναι το κόστος και της ασφάλειας των εργατών που θα εργάζονται σε αυτούς τους υπόγειους χώρους. Οι λύσεις σαν αυτή που προτείνει ο καθηγητής μπορεί να ακούγονται μακρινές, η ανάγκη όμως εξεύρεσης εναλλακτικών λύσεων στα

προβλήματα που παρουσιάζουν σήμερα τα ορυχεία ωθούν την επιστημονική κοινότητα να αναζητά τέτοιου είδους λύσεις. Άλλωστε, οι προβλέψεις της επιστημονικής κοινότητας είναι ότι οι λύσεις αυτές θα πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Ακόμα ένα άρθρο σχετικά με την εξέλιξη των υπογείων έργων στο πέρασμα του χρόνου είναι το άρθρο του Harvey W. Parker, διευθυντή της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων (International Tunneling Association <AITES>) ([Bold and Visionary Planning of Tunnels and Underground Space, Harvey W. Parker, 2007](#)). Στο άρθρο του ο κος Parker κάνει μια ιστορική αναδρομή της τουνελοποιίας, ξεκινώντας από τα χρόνια πριν το 1900 και τις πρώτες αποτυχημένες προσπάθειες για τη κατασκευή των πρώτων σηράγγων. Στη συνέχεια χωρίζει το χρονικό φάσμα σε δύο υποκατηγορίες, στην εποχή προ του 1950 – δηλαδή πριν την ανακάλυψη των πρώτων μηχανοκίνητων οχημάτων για τη διάνοιξη σηράγγων – και μετά από το 1950 μέχρι και σήμερα. Ο σκοπός της ιστορικής αυτής αναδρομής είναι να υπενθυμίσει στον αναγνώστη την εξελικτική πορεία της σηραγγοποιίας, τις τάσεις που επικράτησαν έναντι εκείνων που απέτυχαν, τις ιδέες που δοκιμάστηκαν και βοήθησαν στην εξέλιξη της επιστήμης, είτε αυτές πέτυχαν, είτε απέτυχαν.

Τέλος, ο κ. Parker καταλήγει στο άρθρο του στις σημερινές μεγάλες ιδέες που επρόκειτο να δοκιμαστούν τα επόμενα χρόνια, με τη πιο φιλόδοξη να είναι ίσως εκείνη της κατασκευής μιας ολόκληρης υπόγειας πόλης στο Kansas City της Αμερικής, όπως φαίνεται στην εικόνα 4.



Εικόνα 4: Σχέδιο υπόγειας μητρόπολης στο Kansas City της Αμερικής (πηγή: Bold and Visionary Planning of Tunnels and Underground Space, Harvey W. Parker, 2007)

Τα συμπεράσματα του άρθρου αυτού συνοψίζονται στα εξής:

- ❖ Τα μεγάλα όνειρα και οι τολμηρές ιδέες, ήταν πάντα αυτές που προωθούσαν την επιστήμη της σφραγιστοποίησης (και ίσως την επιστήμη γενικά).
- ❖ Η σημερινή τεχνολογία μας επιτρέπει όχι μόνο να υλοποιήσουμε τις πιο τολμηρές ιδέες που σχηματίστηκαν στον προηγούμενο αιώνα, όπου η τεχνολογία απουσίαζε, αλλά και να τολμήσουμε να φανταστούμε ακόμα πιο καινοτόμες ιδέες.
- ❖ Θα έπρεπε οι σχεδιαστές αλλά και οι υπεύθυνοι των υπόγειων έργων, να χρησιμοποιούν τις αρχές της διαχείρισης ρίσκου, ώστε να φέρουν σε πέρας τα έργα εκείνα που προσφέρουν καλύτερες προσδοκίες, συγκριτικά με το ρίσκο που αναλαμβάνεται. Με αυτό τον τρόπο θα δοθεί ώθηση στη κατασκευή τολμηρών σχεδίων, η οποία θα προσφέρει επιπρόσθετη γνώση για τα επόμενα έργα.
- ❖ Δε θα έπρεπε να αμελείται πως η κατασκευή ενός υπογείου έργου δεν είναι κόστος αλλά επένδυση, καθώς ο χώρος αυτός μπορεί να έχει μεγάλη χρησιμότητα στο μέλλον.

Το προηγούμενο άρθρο μπορεί να χαρακτηρίζεται από μερικούς ως υπεραισιόδοξο, αλλά κανείς δεν μπορεί να πει με σιγουριά πώς θα εξελιχθεί το μέλλον. Η υπερανάπτυξη των αστικών κέντρων σίγουρα θα οδηγήσει στην ανάγκη αξιοποίησης του υπογείου χώρου, οπότε η ιδέα της υπόγειας μητρόπολης μπορεί να μην είναι τόσο μακρινή όσο φαντάζει. Ταυτόχρονα, στη βιβλιογραφία που έχει προαναφερθεί, υποδεικνύεται ήδη η σοβαρότητα με την οποία αντιμετωπίζει η επιστημονική κοινότητα το θέμα των υπογείων έργων. Οι πολεοδομικές μελέτες υπογείου χώρου, η ώθηση στην ανάπτυξη νέων τεχνολογιών που θα βοηθήσουν στην υλοποίηση τέτοιων έργων και το μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας που ασχολείται με το θέμα, καταδεικνύουν ξεκάθαρα την προσπάθεια που επιτελείται παγκοσμίως για την υπερπήδηση των σημερινών εμποδίων σε αυτή τη κατεύθυνση.

Ιδιαίτερως σε χώρες που αντιμετωπίζουν προβλήματα στην φυσιολογική εξάπλωση των αστικών κέντρων, λόγω της υπερανάπτυξης των τελευταίων, αλλά και σε χώρες με εξαιρετικά δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες, τα υπόγεια έργα δε θεωρούνται κάτι ξεχωριστό. Χώρες της Σκανδιναβικής χερσονήσου (Σουηδία, Νορβηγία κλπ.), ο Καναδάς και οι βόρειες Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και άλλες, κατασκευάζουν ήδη υπόγειες εγκαταστάσεις. Το παραπάνω μπορεί εύκολα να υποστηριχθεί με το άρθρο των Cui, Allan και Lin ([Analysis of Motivations of Developing Underground Pedestrian Systems – Decisive Effect of Weather Conditions, Cui, Allan and Lin](#)). Στο άρθρο των τελευταίων, γίνεται μια προσπάθεια να αναγνωριστούν τα αίτια που οι κοινότητες κατασκευάζουν υπόγεια έργα (και πιο συγκεκριμένα στο άρθρο, οι λόγοι ανάπτυξης υπογείων σηράγγων για πεζούς), μελετώντας περιοχές που έχουν ήδη κατασκευάσει τέτοια συστήματα.

Στα ευρήματά τους εντοπίζουν 51 πόλεις διεθνώς, που έχουν αναπτύξει κάποιο έστω τυπικό σύστημα εξυπηρέτησης πεζών μέσα στον αστικό ιστό. Μέσα σε αυτές, 14 πόλεις των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, 6 πόλεις του Καναδά, 5 πόλεις σε Ιαπωνία, Κίνα και Γερμανία και το υπόγειο σύστημα πεζών γύρω από την πλατεία Ομονοίας στην Αθήνα. Στη συνέχεια οι συγγραφείς του άρθρου μελετούν τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στις παραπάνω πόλεις, με σκοπό να μελετήσουν εάν αυτές αποτελούν κριτήριο στην επιλογή κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος. Οι παράμετροι που χρησιμοποιούν είναι ο αριθμός των μηνών που η μέση θερμοκρασία

υπολογίζεται κάτω από τους 0 βαθμούς Κελσίου, αλλά και οι μήνες στους οποίους προβλέπεται μέσος όρος βροχόπτωσης πάνω από 1000 μιλιμέτρα. Τα ευρήματα δείχνουν ότι το 35% των πόλεων που έχουν αναπτύξει υπόγειο σύστημα εξυπηρέτησης πεζών πληροί και τις δύο παραπάνω προϋποθέσεις, ενώ το 61% των πόλεων αυτών πληρούν έστω ένα από τα παραπάνω δύο κριτήρια. Η Αθήνα φυσικά δεν πληροί κανένα από τα παραπάνω δύο κριτήρια.

Πάντως, η έρευνα καταλήγει ότι το κλίμα δεν ήταν κοινός παράγοντας στη κατασκευή υπογείων δικτύων εξυπηρέτησης πεζών, παρ' όλο που κάτι τέτοιο φαίνεται να είναι ο κανόνας για τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και τον Καναδά. Ενδεχομένως στις ασιατικές χώρες, ο λόγος που δημιουργήθηκαν αυτά τα συστήματα ήταν περισσότερο ο περιορισμός του διαθέσιμου χώρου, με αυτή την υπόθεση όμως να μην αναλύεται, επιβεβαιώνεται ή απορρίπτεται. Οι συγγραφείς όμως εκφράζουν την αμφιβολία ότι λόγω ελλιπών δεδομένων για τις κλιματολογικές συνθήκες σε αυτές τις χώρες, ίσως ο καιρικός παράγοντας είναι περισσότερο σημαντικός από όσο φαίνεται, στη διαδικασία λήψης απόφασης για την κατασκευή ενός υπογείου συστήματος εξυπηρέτησης πεζών. Το άρθρο κλείνει με τη διαπίστωση ότι χρειάζεται περαιτέρω μελέτη σχετικά με το θέμα.

Ανεξάρτητα από το περιορισμένο επίπεδο συλλογής στοιχείων στο παραπάνω άρθρο, ο προσδιορισμός των παραγόντων εκείνων που ωθούν τις πόλεις διεθνώς να αναζητήσουν εναλλακτικές λύσεις στην κατασκευή νέων υποδομών στο υπέδαφος αναδεικνύει ένα νέο τομέα έρευνας, εμπλουτίζοντας έτσι τη θεματολογία των επιστημονικών άρθρων με νέες προτάσεις.

Τα θέματα που εξετάζει η επιστημονική κοινότητα δεν περιορίζονται εδώ. Η θεματολογία εμπεριέχει ένα πολύ μεγάλο εύρος επιστημονικών ζητημάτων, όπως για παράδειγμα τεχνικά ζητήματα, ζητήματα βιωσιμότητας, ζητήματα που καλύπτουν το εύρος των διαφορετικών χρήσεων που μπορεί να έχει ένας υπόγειος χώρος και άλλα. Ο σκοπός όμως της παρούσας διπλωματικής εργασίας, περιορίζεται σε θέματα απόθεσης αποβλήτων και οικονομικά ζητήματα, με κυριότερο την αποτίμηση της αξίας του υπόγειου χώρου. Αυτό γίνεται ώστε να εστιαστεί η διπλωματική αυτή σε ένα περιορισμένο εύρος επιστημονικών ζητημάτων, με σκοπό να εξαντληθεί η

σύγχρονη βιβλιογραφία πάνω στα ζητήματα αυτά και να παράγει ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Συνεπώς, ο αναγνώστης που ενδιαφέρεται να διαβάσει περισσότερα άρθρα σχετικά με κάποιο ζήτημα, εκτός από τα ζητήματα υπογείων χώρων με σκοπό την απόθεση αποβλήτων ή την οικονομική αποτίμηση της αξίας τέτοιων υπόγειων χώρων, παρακινείται να εξετάσει τη βιβλιογραφία που σχετίζεται με κάποια από τα προαναφερθέντα άρθρα. Η παρούσα διπλωματική θα συνεχίσει στο δεύτερο αυτό κεφάλαιο με την παράθεση δύο ακόμα άρθρων που εστιάζουν στους υπόγειους χώρους απόθεσης αποβλήτων, ώστε να γίνει μια μικρή εισαγωγή σε αυτήν την ενότητα άρθρων και στη συνέχεια θα προχωρήσει στο τρίτο κεφάλαιο, όπου θα αναλυθεί η βιβλιογραφία σχετικά με την οικονομική αποτίμηση της αξίας των υπογείων αυτών χώρων.

Το πρώτο άρθρο που παρατίθεται στη παρούσα διπλωματική είναι το άρθρο των David Evans, Mike Stephenson και Richard Shaw ([The present and future use of “land” below ground, Evans, Stephenson and Shaw, 2009](#)). Στο άρθρο αυτό γίνεται μια ανασκόπηση της χρήσης των υπογείων χώρων στην Αγγλία, με τους συγγραφείς να δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση των υπογείων χώρων ως αποθηκευτικών χώρων για απόβλητα. Το άρθρο ξεκινά με την αναφορά στο γράφημα των Ronka et al. το οποίο παρατέθηκε και στη παρούσα διπλωματική εργασία στην εικόνα 1. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στο πρώτο ολοκληρωμένο σχέδιο αξιοποίησης υπογείου χώρου σε πόλη, τη μελέτη δηλαδή των Dames και Moore για τη Minneapolis των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (Dames and Moore, 1983). Στη συνέχεια αναφέρουν παραδείγματα αξιοποίησης υπογείου χώρου σε άλλες πόλεις, τα περισσότερα εκ των οποίων έχουν ήδη αναφερθεί στη παρούσα διπλωματική, μέσω άλλων άρθρων και μελετών. Τελικά καταλήγουν στη χρήση της υπόγειας γης ως χώρο αποθήκευσης αποβλήτων. Το άρθρο αναφέρεται στην ισχυρή εξορυκτική δραστηριότητα της Βρετανίας για πολλά χρόνια. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα γέμισε την Αγγλία με εγκαταλελειμμένα ορυχεία, άδειες «τρύπες» στο έδαφος που ουσιαστικά δεν είχαν, μετά την εξόρυξη των ορυκτών πόρων, καμία χρήση.

Τα εγκαταλελειμμένα αυτά ορυχεία βρήκαν χρήση, όταν υπήρξε η ανάγκη να βρεθούν χώροι αποθήκευσης επικίνδυνων ουσιών και αποβλήτων. Εκτός από την αποθήκευση ενεργειακών πόρων, όπως φυσικού αερίου και πεπιεσμένου αέρα, η

χρήση αυτή περιλαμβάνει κυρίως την αποθήκευση ραδιενεργών υλικών. Τα υλικά αυτά χωρίζονται, ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητάς τους, σε τρεις κατηγορίες σε χαμηλής επικινδυνότητας (LLW), μέσης επικινδυνότητας (ILW) και υψηλής επικινδυνότητας (HLW) υλικά.

Προς στιγμήν, η συντριπτική πλειοψηφία των υπογείων χώρων αξιοποιούνται για την αποθήκευση διαφόρων μορφών ενέργειας και επικίνδυνων αποβλήτων. Ελάχιστες χρήσεις του υπεδάφους καταγράφονται ως διαφορετικές, συνήθως ως υπόγειες κατοικίες ή για βιομηχανική χρήση. Παρ' όλα αυτά, οι συγγραφείς του άρθρου εκτιμούν, πως η χρήση του υπογείου χώρου για δραστηριότητες πέραν της αποθήκευσης θα αυξηθούν και θα καλύψουν μεγάλο εύρος. Ιδιαίτερα όσο οι κλιματολογικές συνθήκες θα χειροτερεύουν, λόγω της αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη μας, η χρήση του υπεδάφους θα αυξάνεται.

Τέλος, το άρθρο μετά την αναλυτική περιγραφή των επικίνδυνων ραδιενεργών ουσιών που αποθηκεύονται στα αγγλικά εγκαταλελειμμένα ορυχεία και τις ενδεχόμενες εναλλακτικές χρήσεις του υπόγειου χώρου, αναφέρεται και στους κοινωνικούς, οικονομικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αξιοποίηση του υπεδάφους. Οι κοινωνικές αντιδράσεις έχουν να κάνουν με δύο κυρίως κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία έχει να κάνει με την κοινωνική ανησυχία, σχετικά με την αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών στο υπέδαφος. Η γνώση ότι στο υπέδαφος υπάρχουν ουσίες, οι οποίες εκατοντάδες χρόνια μετά την αποθήκευσή τους θα συνεχίσουν να είναι επικίνδυνες, προκαλεί όχι λίγες διαμαρτυρίες. Η δεύτερη κατηγορία έχει να κάνει με το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων που θα ζουν και θα εργάζονται στο υπέδαφος. Παρά την πρόοδο της τεχνολογίας σε ζητήματα φωτισμού και εξαερισμού υπογείων χώρων, η έλλειψη διεθνούς εμπειρίας από καταστάσεις καθημερινότητας κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, δημιουργεί ερωτηματικά σχετικά με τα προβλήματα που μπορεί να προκύψουν λόγω της έλλειψης ηλιακής ακτινοβολίας και καθαρού αέρα.

Από την άλλη μεριά, υπάρχουν θετικοί οικονομικοί λόγοι για τους οποίους ενθαρρύνεται η κατασκευή υπογείων εγκαταστάσεων και η χρήση γενικότερα του υπεδάφους. Τα μειωμένα έξοδα μονώσεων και διατήρησης φιλικού προς διαμονή

και εργασία περιβάλλοντος, τα μειωμένα λειτουργικά έξοδα για βιομηχανίες σε υπόγειες εγκαταστάσεις σε σχέση με τις αντίστοιχες υπέργειες και η αποφυγή των μεγεθυμένων τιμών των υπέργειων εκτάσεων γης, είναι ικανοί παράγοντες ώστε να προτιμηθούν υπόγειες λύσεις εγκαταστάσεων, έναντι αντίστοιχων υπέργειων. Τέλος, ο τελευταίος παράγοντας που μελετάται είναι αυτός των περιβαλλοντικών συνθηκών. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι αν δε γίνει σωστή μελέτη, υπάρχει πιθανότητα να προκληθούν μεγάλες φυσικές και κοινωνικές καταστροφές, οι οποίες θα έχουν τεράστιο κόστος επανόρθωσης.

Το πρώτο αυτό άρθρο σχετικά με τη χρήση των υπογείων χώρων για την αποθήκευση αποβλήτων, δείχνει την τάση των περισσότερων χωρών να αξιοποιούν μονόπλευρα συνήθως τους υπόγειους χώρους για να καλύψουν μια άλλη ανάγκη, αυτή της απόθεσης επικίνδυνων ουσιών μακριά από τους αστικούς ιστούς. Παρ' όλα αυτά το άρθρο, προφητικά ίσως, προβλέπει ότι οι υπόγειοι χώροι τα επόμενα χρόνια θα αποκτήσουν διαφορετική χρήση. Καθώς η ανθρωπότητα σταδιακά θα αποδέχεται την ανάγκη αξιοποίησης των υπογείων χώρων, όλο και περισσότερη ανθρώπινη δραστηριότητα θα μεταφέρεται από το υπέργειο επίπεδο στο υπόγειο.

Το δεύτερο άρθρο που παρατίθεται στη παρούσα διπλωματική σχετικά με την αξιοποίηση των υπογείων χώρων για την αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών, είναι η μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σχετικά με τη γεωλογική απόθεση των ραδιενεργών αποβλήτων των πυρηνικών εργοστασίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ([Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power, European Commission, 2004](#)). Η ανάγκη για εξασφάλιση προσιτής



(Courtesy SKB)



(Courtesy BNFL)

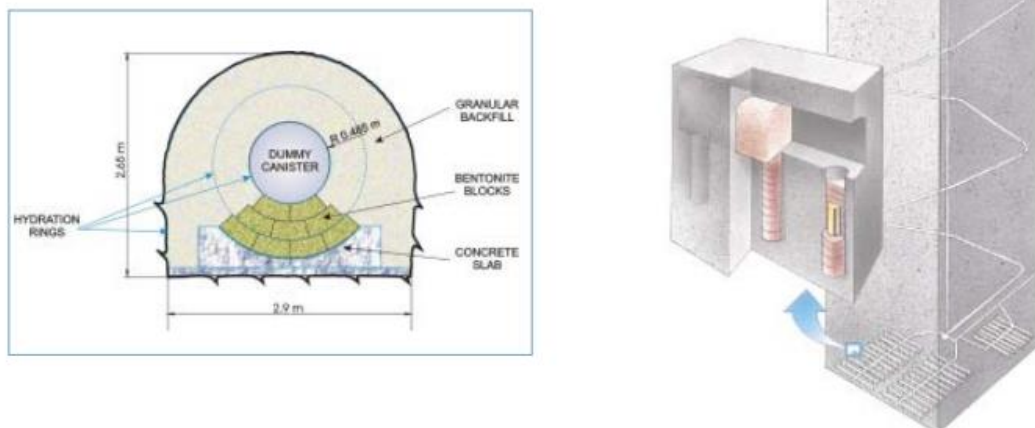


(Courtesy BNFL)

Εικόνα 5: Διάφοροι τύποι πυρηνικών αποβλήτων (πηγή [Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power, European Commission, 2004](#))

οικονομικά ενέργειας, έχει ωθήσει πολλές χώρες στην υιοθέτηση λύσεων, μέσω κατασκευής πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, παρά τους κινδύνους που ελλοχεύουν και τα σύγχρονα πυρηνικά ατυχήματα που σόκαραν την υφήλιο. Εκτός όμως από τον άμεσο κίνδυνο ενός πυρηνικού ατυχήματος, οι πυρηνικοί σταθμοί είναι υπαίτιοι και για την παραγωγή ενός σημαντικού ποσού πυρηνικών αποβλήτων, τα οποία παραμένουν επικίνδυνα ακόμα και πολλές εκατοντάδες χρόνια μετά.

Για την αντιμετώπιση αυτού του τελευταίου προβλήματος, η Ευρωπαϊκή Ένωση αλλά και γενικότερα η διεθνής επιστημονική κοινότητα, δαπανά μεγάλα ποσά στην έρευνα για πιθανές λύσεις. Το αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται η συγκεκριμένη μελέτη, είναι η έρευνα σχετικά με τον σχεδιασμό εγκαταστάσεων ικανών να αποθηκεύσουν τα πυρηνικά αυτά απόβλητα, χωρίς να υπάρχει σημαντική πιθανότητα διαρροής. Για το λόγο αυτό γίνονται μελέτες σχετικά με τα γεωλογικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ένας χώρος που θα επιλεγεί για να αποθηκευτούν στο υπέδαφός του τα πυρηνικά απόβλητα, τις σχεδιαστικές λεπτομέρειες που θα εξασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια στην αποθήκευση των πυρηνικών αποβλήτων, τα υλικά εκείνα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για να εγκιβωτίσουν τα απόβλητα αλλά και για να κατασκευάσουν τους χώρους αποθήκευσής τους, δοκιμές για τη μακροχρόνια διαχείριση των αποβλήτων (καθώς τα χαρακτηριστικά των πυρηνικών αποβλήτων αλλάζουν με τα χρόνια), τη χρήση νερού για απομόνωση των πυρηνικών αποβλήτων από το περιβάλλον και άλλα.



Εικόνα 6: Αριστερά, παράδειγμα χρήσης υλικών για μόνωση των πυρηνικών αποβλήτων. Δεξιά, παράδειγμα σχεδιασμού αποθηκευτικού χώρου πυρηνικών αποβλήτων. (Πηγή: Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power, European Commission, 2004)

Το πρώτο μισό της έκθεσης αυτής δίνει μια σύντομη περιγραφή των τεχνολογικών βελτιώσεων που έχουν επιτευχθεί τα τελευταία χρόνια, ενώ στο δεύτερο μισό υπάρχει μια σύντομη περιγραφή με όλα τα projects που έχουν χρηματοδοτηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, υπό το γενικότερο θέμα της αντιμετώπισης των πυρηνικών αποβλήτων. Η έκθεση αυτή αποδεικνύει τη σημασία που έχει η εξεύρεση λύσεων για το πρόβλημα της αποθήκευσης των πυρηνικών αποβλήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους για τον οποίο οι υπόγειοι χώροι, αυτή τη στιγμή αξιοποιούνται κυρίως σαν χώροι ταφής επικίνδυνων αποβλήτων.

Κλείνοντας το πρώτο κομμάτι της βιβλιογραφίας στη παρούσα διπλωματική εργασία, τονίζεται η σημασία της αξιοποίησης του υπογείου χώρου διεθνώς. Προς το παρόν, η κύρια χρήση του υπογείου χώρου διεθνώς – εκτός από την εξορυκτική δραστηριότητα – είναι η αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών. Αυτό αναμένεται να αλλάξει καθώς η αξιοποίηση των υπόγειων χώρων, ιδιαίτερως εντός του αστικού ιστού, θα γίνει επιτακτικότερη ανάγκη, είτε λόγω του κορεσμού του υπέργειου χώρου, είτε λόγω των κλιματολογικών συνθηκών. Η επιστημονική κοινότητα έχει ήδη δημοσιοποιήσει πολλές μελέτες σχετικά με τις πιθανές χρήσεις του υπεδάφους και

σταδιακά, όλο και περισσότερες πόλεις αρχίζουν να προγραμματίζουν σχέδια αξιοποίησης του υπεδάφους με τον πλέον βέλτιστο τρόπο.

Αυτό που απομένει ένα ερωτηματικό ακόμα και δυσκολεύει την αξιοποίηση του υπεδάφους στις περισσότερες χώρες του κόσμου, είναι ο τρόπος υπολογισμού της αξίας του, ένα ερώτημα στο οποίο η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία θα προσπαθήσει να δώσει ορισμένες απαντήσεις στο επόμενο κεφάλαιο. Μέσα από την ανάλυση της σημαντικότερης βιβλιογραφίας σχετικά με τις μεθόδους αποτίμησης της υπόγειας γης, αλλά και σημαντικά παραδείγματα που τονίζουν την σημασία και τη χρήση των μεθοδολογιών αυτών στην αξιοποίηση των υπογείων χώρων, γίνεται μια προσπάθεια να κατανοηθούν οι λόγοι εκείνοι για τους οποίους η εύρεση μιας μεθόδου για την αποτίμηση της αξίας των υπογείων χώρων, αποτελεί ένα πρόβλημα που απασχολεί τόσο την επιστημονική, όσο και την επιχειρηματική κοινότητα διεθνώς.

Κεφάλαιο 3^ο:

Μέθοδοι Αποτίμησης Υπογείων Χώρων και Υπογείων Έργων

Αφού εξετάστηκε ένας σημαντικός όγκος βιβλιογραφικών πηγών, σχετικά με τις χρήσεις του υπογείου χώρου και δόθηκαν ορισμένα διεθνή παραδείγματα αξιοποίησής του, η παρούσα διπλωματική θα ασχοληθεί με ένα ζήτημα που απασχολεί τόσο την επιστημονική, όσο και την επιχειρηματική κοινότητα, αυτό της αποτίμησης της αξίας του υπογείου χώρου.

Η αποτίμηση της αξίας της γης είναι ένα κλασσικό αντικείμενο των οικονομικών επιστημών εδώ και πολλούς αιώνες. Όμως, αυτό το κλασσικό αντικείμενο, συνήθως αναφέρεται στην αξία της υπέργειας γης, χωρίς να δίνεται ιδιαίτερη σημασία στο υπέδαφος αυτής της γης. Η αξία της υπόγειας γης άρχισε να διαφαίνεται μόλις πριν από μερικές δεκάδες χρόνια, κατά την κατασκευή υπόγειων αποχετευτικών και υδρευτικών έργων. Τα τελευταία χρόνια, η υπόγεια αστική γη χρησιμοποιείται για πολλούς διαφορετικούς λόγους. Δίκτυα μετρό, σωληνώσεις φυσικού αερίου, καλωδιώσεις για πρόσβαση στο διαδίκτυο, υπόγειοι χώροι στάθμευσης, είναι μόνο μερικές από τις πιο συνηθισμένες χρήσεις, όπως εξηγήθηκε και στο κεφάλαιο 2 με διεθνή παραδείγματα. Ταυτόχρονα, η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει καταστήσει τα υπόγεια έργα οικονομικώς προσιτά και έχει προσφέρει τη δυνατότητα για την κατασκευή ακόμα και σύνθετων ή δύσκολων υπογείων τεχνικών έργων. Παρά όμως την τεχνολογική πρόοδο που προσφέρει πλέον τη δυνατότητα κατασκευής οικονομικότερων υπογείων έργων, το θέμα της αποτίμησης και αξιοποίησης της υπόγειας γης παραμένει ένα ζήτημα που δεν έχει αντιμετωπισθεί ικανοποιητικά και ακόμα και σήμερα προκαλεί κωλυσιεργίες.

Όπως εξηγείται και στο άρθρο των Pasqual και Riera ([Underground land values, Pasqual and Riera, 2004](#)), οι πρώτες προσπάθειες αποτίμησης της αξίας του υπεδάφους έγιναν, είτε όταν υπήρχε η ανάγκη αξιοποίησης ενός υπογείου τμήματος μιας έκτασης (π.χ. για την εγκατάσταση νέων σωληνώσεων), οπότε και προσαύξανε την αξία του οικοπέδου, είτε όταν το υπέδαφος ήταν μολυσμένο για κάποιο λόγο,

οπότε μείωνε την αξία του οικοπέδου. Για τις ανάγκες αποτίμησης της αξίας του υπεδάφους στις προηγούμενες περιπτώσεις, η αξία του υπογείου χώρου υπολογιζόταν είτε μέσω σύγκρισης των τιμών, είτε εξεταζόταν η αποζημίωση που έπρεπε να δοθεί στον ιδιοκτήτη, λόγω των προβλημάτων που μπορεί να προκαλούσαν οι εργασίες των υπογείων έργων.

Από τις πρώτες αυτές προσπάθειες, χρησιμοποιήθηκαν πολλοί διαφορετικοί τρόποι αποτίμησης της αξίας του υπεδάφους. Το μεγαλύτερο πρόβλημα που εντοπίζεται στο άρθρο των Pasqual και Riera, κατά τον υπολογισμό της αξίας του υπογείου χώρου και διαφοροποιεί πολύ τη διαδικασία αποτίμησης του υπέργειου με τον υπόγειο χώρο, είναι ένα φαινόμενο που σχετίζεται με την ιδιοκτησία του υπόγειου χώρου. Στην υπέργεια ιδιοκτησία, ο ιδιοκτήτης ενός οικοπέδου μπορεί να κατασκευάσει ένα κτίριο εντός του οικοπέδου του, σύμφωνα με τις πολεοδομικές διατάξεις που ορίζουν το οικόπεδο, ενώ και η τιμή του οικοπέδου του είναι ανάλογη με την τοποθεσία του. Το κτίριο αυτό που έχει ιδιωτικό χαρακτήρα, δεν επηρεάζεται από τα γειτονικά ιδιωτικά κτίρια. Αντιθέτως, στον υπόγειο χώρο η δέσμευση ενός τμήματος του υπεδάφους για μια εγκατάσταση, οδηγεί στη μείωση της αξίας του υπογείου χώρου των γειτονικών οικοπέδων. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι διότι συνήθως στο υπέδαφος κατασκευάζονται εγκαταστάσεις με μεγάλο μήκος, όπως σωληνώσεις που διατρέχουν πολλά χιλιόμετρα ή ένα υπόγειο δίκτυο συγκοινωνιακού χαρακτήρα. Με τη δέσμευση ενός υπογείου χώρου για ένα μικρότερο έργο (π.χ. για την εγκατάσταση υπογείου χώρου αποθήκευσης στερεών αστικών αποβλήτων), μειώνεται η δυνατότητα εγκατάστασης ενός δικτύου σωλήνων που θα καταλάμβανε μεγαλύτερο χώρο.

Αυτή η ιδιότητα του υπογείου χώρου, έρχεται σε άμεση συγγένεια με τις παρατηρήσεις του κεφαλαίου 2, καθώς διαφαίνεται καθαρά ότι ο υπόγειος χώρος δεν είναι άπειρος και πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη για την εξεύρεση των καλύτερων λύσεων, ώστε να αξιοποιηθεί ο υπόγειος αστικός χώρος με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Ο σχεδιασμός λοιπόν για την αξιοποίηση του υπογείου χώρου, θα προσέφερε μια λύση για την καλύτερη αποτίμηση της αξίας του υπεδάφους, αυτό όμως δεν γίνεται ακόμα σε πολλές πόλεις διεθνώς. Όπως είδαμε στο κεφάλαιο 2, ήδη υπάρχουν πόλεις οι οποίες εκπονούν μελέτες που αποσκοπούν στη βέλτιστη

αξιοποίηση του υπογείου χώρου, με τρόπο παρόμοιο με το πολεοδομικό σχέδιο κάθε πόλης. Οι πόλεις όμως που έχουν προχωρήσει σε τέτοιο βαθμό είναι πολύ λίγες. Ο λόγος που συμβαίνει αυτό, είναι διότι η τεχνολογία που προσφέρει τη δυνατότητα να αξιοποιήσουμε το υπέδαφος σε ικανοποιητικό βαθμό, είναι σχετικά πρόσφατη. Στις παλαιότερες εποχές που τα υπόγεια έργα ήταν πολύ περιορισμένα, ο υπόγειος χώρος θεωρούνταν ατελείωτος και δεν υπήρχε η άμεση ανάγκη για την εκπόνηση πολεοδομικής μελέτης, για την βέλτιστη αξιοποίησή του. Σήμερα όμως, που η αξιοποίηση του υπογείου χώρου όχι μόνο είναι προσιτή αλλά και σε πολλές περιπτώσεις επιβεβλημένη, λόγω της υπερανάπτυξης των υπέργειων κατασκευών ή των δύσκολων καιρικών συνθηκών, η ανάγκη για την εξεύρεση λύσεων στο ιδιοκτησιακό κομμάτι του υπεδάφους και την αποτίμηση της αξίας αυτού είναι πιο έντονη από ποτέ.

Τέλος, στο άρθρο των Pasqual και Riera δίνονται δύο λύσεις για την αποτίμηση της αξίας της υπόγειας γης. Η πρώτη, είναι ο διαχωρισμός της αξίας του οικοπέδου σε δύο τμήματα, το υπέργειο και το υπόγειο. Για τον υπολογισμό καθεμιάς από αυτές τις αξίες, πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν η αντικειμενική αξία του ακινήτου καθώς και το κόστος κατασκευής των δύο τμημάτων (του υπέργειου δηλαδή τμήματος και του υπόγειου). Με αυτό τον τρόπο μπορεί να διαχωριστεί η τιμή του υπογείου τμήματος από αυτή του υπέργειου, σε περίπτωση που χρειαστεί να πωληθεί το πρώτο σε διαφορετικό ιδιοκτήτη. Η δεύτερη και πιο σύνθετη λύση, είναι η λύση των σκιωδών τιμών (ή στα αγγλικά shadow prices). Σε αυτή τη λύση γίνεται μια προσπάθεια να υπολογιστεί η αξία του έργου που επρόκειτο να κατασκευαστεί υπογείως και ο νέος ιδιοκτήτης πρέπει να αποδώσει στον ιδιοκτήτη του οικοπέδου ένα αντίτιμο αντίστοιχο με εκείνο που του αναλογεί, για τη χρήση του υπογείου χώρου του οικοπέδου του. Με αυτό τον τρόπο ξεπερνιέται το εμπόδιο της μη αξιοποίησης του υπογείου χώρου, λόγω κατακερματισμού αυτού και είναι μια λύση που φαίνεται να λειτουργεί στις διεθνείς αγορές.

Πάντως, η ανάγκη εξεύρεσης λύσεως στο συγκεκριμένο πρόβλημα είναι εύκολα κατανοητή, αν εξετάσει κανείς πόσες από τις μεγαλύτερες εταιρείες που ασχολούνται άμεσα ή έμμεσα με την αξία του υπογείου χώρου, έχουν ασχοληθεί με την αντιμετώπιση της αποτίμησης αυτού. Σχεδόν κάθε χώρα έχει το δικό της τμήμα που

ασχολείται με την αξιοποίηση και αποτίμηση του υπογείου χώρου (π.χ. στην Ελλάδα τη διαδικασία αποτίμησης και αξιοποίησης έχει αναλάβει το ΤΑΙΠΕΔ, όπως για τα υπόλοιπα περιουσιακά στοιχεία του κράτους). Παρ' όλα αυτά, ιδιωτικές εταιρείες όπως η Deloitte, η Ernst and Young, η ICAP, η αυστραλιανή εταιρεία λογιστών CPA, η International Federation of Accountants, είναι μόνο μερικές από τις παγκοσμίου φήμης εταιρείες οι οποίες έχουν εκδώσει οδηγίες που περιγράφουν μεθόδους για την αποτίμηση της αξίας του υπογείου χώρου ή μεθοδολογίες προσδιορισμού της αξίας των υπογείων έργων. Στη παρούσα διπλωματική εργασία θα γίνει μια προσπάθεια να δοθεί περιληπτικά η σημασία αυτών των οδηγιών καθώς και να κατανοηθούν, στο βαθμό του δυνατού, οι μεθοδολογίες αυτές. Η έκταση και το βάθος του αντικειμένου όμως (που εξάλλου εκτός από το καθαρό οικονομικό κομμάτι αγγίζει και πολλά άλλα όπως το νομικό, το λογιστικό κλπ.) δεν επιτρέπει την εμβάθυνση στα όρια μιας διπλωματικής εργασίας. Συνεπώς, όσο γίνεται συνοπτικότερα αλλά χωρίς να χάσουμε την ουσία αυτών των κειμένων, θα παρουσιαστούν τα σημαντικότερα από αυτά. Σε κάθε περίπτωση, ο αναγνώστης παροτρύνεται να διαβάσει τα πλήρη κείμενα, σε περίπτωση που θα ήθελε να εμβαθύνει σε ορισμένα ζητήματα που δεν αφορούν άμεσα το αντικείμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Ξεκινώντας, θα γίνει αναφορά στην έκθεση της Deloitte σχετικά με την αποτίμηση της αντικειμενικής αξίας των υποδομών ύδρευσης της Αυστραλίας ([Determining the fair value of Australia's water infrastructure assets, Deloitte, 2010](#)). Στο ξεκίνημα αυτής της έκθεσης, η Deloitte δίνει τον ορισμό της αντικειμενικής τιμής μιας υποδομής, όπως αυτή ορίζεται από την Αυστραλιανή νομοθεσία. Σύμφωνα με το Αυστραλιανό standard AASB 116, η αντικειμενική αξία μιας υποδομής ορίζεται ως η αξία της υποδομής αυτής στην αγορά ή σε περίπτωση που δεν υπάρχει τιμή αγοράς σχετική με τη συγκεκριμένη υποδομή, χρησιμοποιείται η μέθοδος του αποτιμώμενου κόστους αντικατάστασης (ή διεθνώς Depreciated Replacement Cost – DRC). Επίσης, εδώ αξίζει να επισημανθεί πως το Αυστραλιανό standard AASB 116, ενδεχομένως να έχει ήδη αντικατασταθεί από ένα γενικότερα standard που χρησιμοποιείται για την αποτίμηση της αξίας των υποδομών, το συγκεκριμένο όμως έγγραφο δεν βρέθηκε ώστε να μελετηθεί.

Στη προκειμένη περίπτωση λοιπόν, η αντικειμενική αξία των υποδομών ύδρευσης δεν μπορεί να προσδιοριστεί από την πραγματική αξία, καθώς δεν υπάρχει τιμή στην αγορά για τέτοιου είδους υποδομές. Συνεπώς, για τον υπολογισμό της αντικειμενικής αξίας της υποδομής ύδρευσης της Αυστραλίας χρησιμοποιείται η μέθοδος DRC και επιπρόσθετα, γίνεται από τη Deloitte μια προσπάθεια επιβεβαίωσης της τιμής αυτής βάσει των εσόδων της υποδομής ύδρευσης.

Αμέσως, η προαναφερόμενη προσπάθεια συναντά ένα πρόβλημα που χρειάζεται απάντηση. Το ερώτημα αυτό είναι κατά πόσο η υποδομή της ύδρευσης της Αυστραλίας (και κατά συνέπεια και η επιχείρηση πίσω από αυτήν) θεωρείται κερδοσκοπική ή μη κερδοσκοπική οργάνωση. Διότι, διαφορετικά υπολογίζονται τα έσοδα σε περίπτωση που ο οργανισμός ύδρευσης είναι μη κερδοσκοπικός και διαφορετικά αν προσδοκούνται επιπρόσθετα έσοδα. Επιπλέον και οι δύο αυτές περιπτώσεις εμπεριέχουν επιπλοκές. Σε περίπτωση που ο οργανισμός θεωρηθεί μη κερδοσκοπικός, τότε τα έσοδα που θα συνυπολογισθούν θα προσδώσουν στην υποδομή αυτή πολύ χαμηλό κόστος (αφού δεν υπάρχει καθόλου περιθώριο κέρδους και συνεπώς δεν υπάρχει λόγος αγοραπωλησίας). Σε περίπτωση που ο οργανισμός θεωρηθεί κερδοσκοπικός, πρέπει να απαντηθεί το ερώτημα τί έσοδα προβλέπονται. Πάντως και επειδή η πλειοψηφία των επιχειρήσεων ύδρευσης στην Αυστραλία είναι δημόσιες μη κερδοσκοπικές οργανώσεις, προτείνεται η χρήση της μεθόδου DRC για τον υπολογισμό της αντικειμενικής αξίας. Επιπρόσθετα για την αποτίμηση της αξίας μέσω των εσόδων, η Deloitte αναφέρει ότι είναι απαραίτητο να έχει πρόσβαση στους ισολογισμούς της εταιρείας, ώστε να μπορεί να έχει καθαρή εικόνα σχετικά με τα οικονομικά μεγέθη της.

Η αποτίμηση με βάση τα έσοδα μπορεί να γίνει με δύο κύριους τρόπους. Ο πρώτος είναι η μέθοδος της προσαρμοσμένης ροής εσόδων (ή διεθνώς Discounted Cash Flow – DCF) και ο δεύτερος είναι η μέθοδος της κεφαλαιοποίησης μελλοντικών σταθερών εσόδων (ή διεθνώς Capitalization of Future Maintainable Earnings – CFME). Η δεύτερη μέθοδος είναι πιο γενική και χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν σταθερά έσοδα σε μια πολύ μεγάλη χρονική περίοδο, ενώ η πρώτη μέθοδος χρησιμοποιείται για περιπτώσεις με αυξομειώσεις στη ροή εσόδων. Για τη χρήση τους απαιτείται: η αποτίμηση των ροών εσόδων του οργανισμού που κατέχει την υποδομή για τα

επόμενα χρόνια μέχρι το τέλος της ζωής της υποδομής, ένας δείκτης απαξίωσης του χρήματος και η τελική αξία που θα έχει η υποδομή μετά το πέρας της ζωής της. Για το δείκτη απαξίωσης χρήματος και για την τελική αξία της υποδομής, η Deloitte αφιερώνει ένα ξεχωριστό κεφάλαιο, καθώς ο δείκτης απαξίωσης μπορεί να διαφέρει για διαφορετικά έσοδα (π.χ. τα έσοδα που υπόκεινται σε φορολογία, τα αφορολόγητα έσοδα κλπ.). Επιπρόσθετα, η τελική αξία της υποδομής μπορεί να εκτιμηθεί από τα υπολείμματά της σε μορφή καθαρού υλικού (για παράδειγμα, ξεχωριστή πώληση του σιδήρου, του χαλκού κλπ.) καθώς και από την τελική χρήση μέρους της υποδομής στην αγορά. Για παράδειγμα υπάρχουν μηχανήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μετά το τέλος της ζωής της υποδομής, έναντι κάποιας υπολειπόμενης αξίας.

Για την αποτίμηση της αξίας μέσω της μεθόδου DRC, γίνεται μια προσπάθεια να υπολογιστεί το κόστος αντικατάστασης της υπάρχουσας εγκατάστασης. Με αυτό τον τρόπο δίνεται μια εικόνα για το οικονομικό όριο της αξίας της υποδομής. Αν για παράδειγμα το κόστος αντικατάστασης μιας υποδομής υπολογίζεται σε Χ€, είναι λογικό ότι ένας πιθανός αγοραστής δεν θα δαπανήσει ποσό μεγαλύτερο ή ίσο, αφού με το ίδιο ποσό θα μπορούσε να κατασκευάσει καινούριο δίκτυο υποδομής και να το αξιοποιήσει. Ταυτόχρονα, μια μέθοδος που η Deloitte προτείνει ως ακριβέστερη στον υπολογισμό αυτού του ορίου, είναι η βελτιστοποιημένη μέθοδος αποτίμησης κόστους αντικατάστασης (ή διεθνώς depreciated optimized replacement cost – DORC). Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, μετά την αποτίμηση του κόστους αντικατάστασης, αφαιρείται από το ποσό αυτό ότι αντιστοιχεί σε όλα τα μη λειτουργικά μέρη, τα μέρη τα οποία υπολειτουργούν ή έχουν χαλάσει και εν γένει ότι δεν είναι απαραίτητο ή χρήσιμο για τη λειτουργία της υποδομής.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχει και πάλι δυσκολία στην εφαρμογή της μεθόδου DORC, αφού το ποια κομμάτια μιας υποδομής είναι χρήσιμα και απαραίτητα, είναι ουσιαστικά στην κρίση του αξιολογητή. Επιπρόσθετα, μια ειδικά διαμορφωμένη υποδομή, ικανή να προσφέρει ιδιαίτερες υπηρεσίες που όμως δεν είναι στα σχέδια του πιθανού αγοραστή, πολλές φορές δεν αποτιμάται, ενώ στην ουσία είναι ένα πλήρως λειτουργικό κομμάτι της προηγούμενης υποδομής. Και σε αυτή τη περίπτωση, όπως

και στη περίπτωση της αποτίμησης της αξίας μέσα από τα έσοδα μιας υποδομής, συνιστάται προσοχή στις υποθέσεις που θα γίνουν από τη μεριά του αξιολογητή.

Η συγκεκριμένη μελέτη της Deloitte, δεν αποτελεί ένα παράδειγμα εφαρμογής (αφού στην έκθεση δεν παρατίθενται στοιχεία προς αξιολόγηση), αλλά είναι περισσότερο μια έκθεση που αναλύει τις δυνατές μεθόδους αποτίμησης ενός υπόγειου έργου. Παραπλήσιες μεθοδολογίες και εκθέσεις μπορούν να βρεθούν και σε άλλες μεγάλες εταιρίες. Άλλο παράδειγμα παρόμοιας έκθεσης αποτελεί η έκθεση της διεθνούς ένωσης λογιστών (International Federation of Accountants – IFAC) ([Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation, IFAC, 2012](#)). Η έκθεση αυτή ουσιαστικά αποτελεί έναν διεθνή οδηγό καλών πρακτικών (ή διεθνώς International Good Practice Guidance – IGP) για λογιστικές αποτιμήσεις επενδύσεων. Ο οδηγός αυτός στηρίζεται σε μια μεθοδολογία που αναφέρεται και στην έκθεση της Deloitte και συγκεκριμένα στη DCF, δηλαδή τη μέθοδο της προσαρμοσμένης ροής εσόδων. Ταυτόχρονα, αναφέρονται οι βασικές έννοιες οικονομικών όπως η καθαρά παρούσα αξία (ή διεθνώς Net Present Value – NPV) και ο δείκτης απόδοσης επενδύσεων (ή διεθνώς Internal Rate of Return – IRR) και άλλες. Η πιο σημαντική προσθήκη της έκθεσης της IFAC είναι οι 7 αρχές, που ουσιαστικά αποτελούν καίριες παρατηρήσεις σε σημεία-κλειδιά μιας καλής αξιολόγησης. Οι αρχές αυτές είναι οι παρακάτω:

- ❖ Όταν αξιολογείς επενδύσεις σε πολλαπλές περιόδους, τα αναμενόμενα έσοδα και έξοδα που προκύπτουν πρέπει πάντα να προσαρμόζονται στη σημερινή αξία (μέσω του δείκτη απαξίωσης χρήματος) με την ανάλογη τιμή
- ❖ Ο δείκτης απαξίωσης του χρήματος πρέπει να αντιπροσωπεύεται από το ευκαιριακό κόστος του κεφαλαίου (δείκτης απόδοσης εναλλακτικών επενδύσεων)
- ❖ Το ρίσκο που εμπεριέχεται μέσα σε μια επένδυση πρέπει να υπολογίζεται με βάση τις ροές εσόδων και εξόδων της συγκεκριμένης επένδυσης και όχι με βάση τα έσοδα και τα έξοδα ολόκληρου του οργανισμού που αναλαμβάνει το ρίσκο (για την περίπτωση που αυτό διαφέρει)
- ❖ Μια καλή στρατηγική απόφαση έγκειται στη κατανόηση της επιχείρησης σε σχέση με την στρατηγική του οργανισμού, αλλά και την οικονομική, κοινωνική και ανταγωνιστική κατάστασή του

- ❖ Οι χρηματικές ροές πρέπει να υπολογίζονται όσο περισσότερο γίνεται σε μικρά χρονικά διαστήματα, διότι υπάρχει περίπτωση οι οικονομικές συνθήκες σε ένα χρονικό διάστημα να αλλάξουν (δηλαδή οι υπολογισμοί της αξίας πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο ευέλικτοι σε αλλαγές)
- ❖ Πρέπει να υπάρχει ισχυρή αιτιολόγηση σε όλες τις υποθέσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης των επενδύσεων. Σε κρίσιμα σημεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν τεχνικές, όπως ανάλυση ευαισθησίας και εναλλακτικά σενάρια (καλό, κακό και μέσο)
- ❖ Το τελικό report της αξιολόγησης πρέπει να περιέχει τη λογική πορεία που οδήγησε στα συμπεράσματα, τα αποτελέσματα και τα πιθανά οφέλη

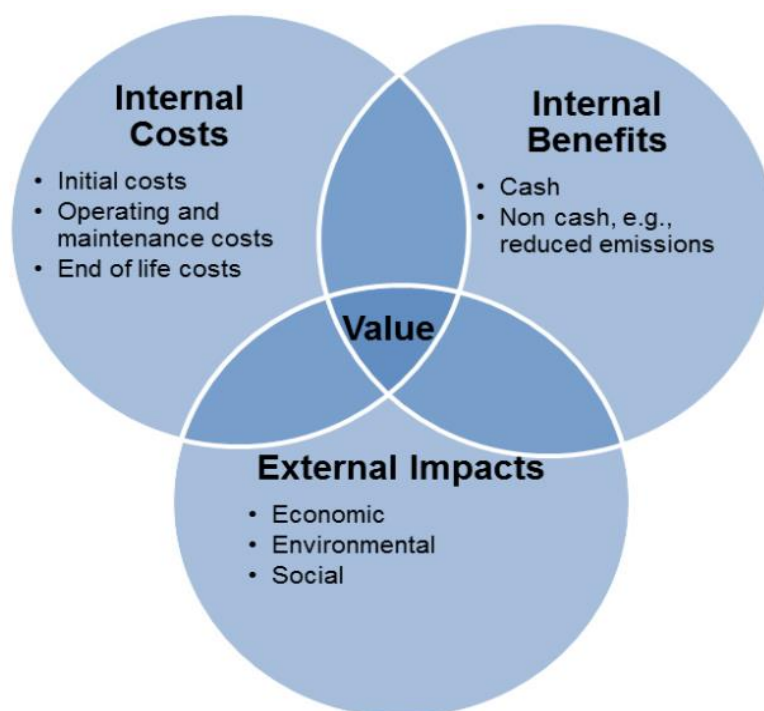
Εκτός από τις παραπάνω παρατηρήσεις, στην έκθεση της IFAC υπάρχει ο εξής αξιοπρόσεκτος πίνακας:

Πίνακας 1: Διαδικασία απόφασης για επενδύσεις (πηγή: Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation, IFAC, 2012)

Strategic context	Incorporating data	DCF model	Interpret results	Post decision review
<ul style="list-style-type: none"> • Strategic objectives • Goals and targets • Risk management • Competitive position • Stakeholder engagement 	<ul style="list-style-type: none"> • Internal costs • External costs • Benefits 	<ul style="list-style-type: none"> • Identify cash flows • Determine forecast assumptions • Forecast horizon • Estimate cost of capital 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensitivity analysis • Scenarios • Real options • Review of project alternatives 	<ul style="list-style-type: none"> • Review costs/benefits • Review assumptions • Review process

Στον πίνακα 1 διαφαίνονται όλες οι παράμετροι που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν, προτού ολοκληρωθεί η διαδικασία αποτίμησης μιας επένδυσης. Ουσιαστικά, ο παραπάνω πίνακας αποτελεί ένα σημείωμα-κλειδί με όλα τα βήματα που πρέπει να προηγηθούν της τελικής έκθεσης.

Τόσο ο προηγούμενος πίνακας, όσο και το επόμενο γράφημα αποτελούν σύντομα και περιεκτικά σημειώματα της διαδικασίας αποτίμησης, που κάθε αξιολογητής πρέπει να έχει μπροστά του κατά την εκτέλεση της εκτίμησης μιας επένδυσης.



Εικόνα 7: Διάγραμμα Venn για την απεικόνιση της αξίας μιας επένδυσης (πηγή; Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation, IFAC, 2012)

Στο παραπάνω γράφημα εικονίζεται ένα διάγραμμα Venn, όπου φαίνεται ότι η αξία μιας επένδυσης διαμορφώνεται όταν συνυπολογιστούν τα κόστη, τα οφέλη και οι επιπτώσεις μιας επένδυσης.

Τέλος, από την έκθεση της IFAC αξίζει επίσης να κρατήσουμε τα εξής σημεία:

- ❖ Τα γεγονότα που έχουν ήδη συμβεί καθώς και τα μέχρι στιγμής κόστη, πρέπει να θεωρούνται ως μη αναστρέψιμες ροές
- ❖ Στο δημόσιο τομέα τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν απ' ότι στον ιδιωτικό, καθώς είναι δύσκολο να αποτιμηθούν τα δημόσια οφέλη. Μια καλή τακτική είναι να χρησιμοποιούνται σκιώδης τιμές, όπου αυτό είναι δυνατό
- ❖ Δεν πρέπει να αφήνεται εκτός υπολογισμού η τελική αξία των επενδύσεων

Στις τελευταίες δύο εκθέσεις βλέπουμε πως χρησιμοποιείται παρόμοια μεθοδολογία, για τον υπολογισμό της αξίας μιας επένδυσης. Στη πραγματικότητα, σήμερα

χρησιμοποιούνται ένα σύνολο κοινώς αποδεδειγμένων και αποδεκτών μεθοδολογιών, οι οποίες εφαρμόζονται με μικρές διαφορές σε διαφορετικές περιπτώσεις. Στην ίδια γραμμή ακολουθούν και άλλες εκθέσεις, με κάθε έκθεση να παρουσιάζει μικρές διαφορές και παρατηρήσεις. Για παράδειγμα, η μέθοδος DRC χρησιμοποιείται και από το Framework for Highway Asset Management, ένα εγχειρίδιο το οποίο χρησιμοποιείται στη Μεγάλη Βρετανία για την αποτίμηση της αξίας συγκοινωνιακών υποδομών ([Guidance Document for Highway Infrastructure Asset Valuation, The Stationery Office, 2005](#)). Η μέθοδος, παρ' όλο που θεωρητικά είναι η ίδια, διαφοροποιείται ελαφρώς από τις προηγούμενες αναφορές. Ενώ μέχρι στιγμής η μέθοδος DRC είχε σαν βάση τον υπολογισμό του κόστους αντικατάστασης της υποδομής, στη συγκεκριμένη έκθεση η μέθοδος DRC χρησιμοποιεί την ίδια βάση, αλλά αφαιρεί από το κόστος αντικατάστασης ένα ποσοστό αυτού, με βάση την κατάσταση της υπάρχουσας υποδομής (δηλαδή συναρτάται από παράγοντες όπως ο χρόνος, η ποιότητα συντήρησης, οι φθορές κλπ.). Με αυτό τον τρόπο, η μέθοδος DRC φτάνει περισσότερο σε μια προσέγγιση της πραγματικής τιμής, παρά στην εικόνα της ανώτατης δυνατής τιμής.

Η τροποποίηση αυτής της μεθόδου θυμίζει πολύ τη μέθοδο DORC που αναφέρθηκε προηγουμένως και αποτελεί βελτίωση της μεθόδου DRC.

$$\text{Εκτιμημένο κόστος αντικατάστασης (DRC)} = \text{Ολικό κόστος αντικατάστασης} - \text{Κόστος αποτίμησης της κατάστασης της υποδομής}$$

Το συγκεκριμένο εγχειρίδιο εξετάζει πολλές παραμέτρους που επηρεάζουν την τελική αξία μιας συγκοινωνιακής υποδομής, όπως η κατάσταση του οδοστρώματος, η κατάσταση των στύλων φωτισμού, η πιθανότητα η συγκεκριμένη συγκοινωνιακή υποδομή να αποτελεί μνημείο κλπ. Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία προφανώς δε θα επεκταθεί σε τέτοιες λεπτομέρειες, καθώς αυτές απέχουν πολύ από το επίκεντρο της μελέτης. Ο αναγνώστης, για ακόμα μια φορά, παραπέμπεται να μελετήσει περαιτέρω την συγκεκριμένη έκθεση, προκειμένου να συλλέξει πρόσθετα στοιχεία. Όμως αυτό που αξίζει να αναφερθεί σε αυτή τη διπλωματική, είναι ο τρόπος

υπολογισμού του κόστους αντικατάστασης μιας υποδομής, καθώς και ο τρόπος υπολογισμού του συντελεστή απομείωσης της αξίας της υποδομής λόγω της κατάστασής της.

Για το πρώτο θέμα, αναφέρεται μέσα στην έκθεση πως για τον υπολογισμό του κόστους αντικατάστασης μιας υποδομής, σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την αξία της, είναι το μέγεθος της υποδομής, η αποτίμηση της μονάδας μέτρησης της υποδομής, οι παράγοντες προσαρμογής κ.α. Στους παράγοντες αυτούς καλό θα ήταν να γίνεται μελέτη ευαισθησίας, ώστε να εντοπίζονται τυχόν κρυμμένες αποκλίσεις από τα πραγματικά μεγέθη, καθώς και επιβεβαίωση των τιμών αυτών μέσω εναλλακτικών μεθόδων ή συγκρίσεως των αποτελεσμάτων με παραπλήσιες μελέτες.

Για το δεύτερο θέμα, η έκθεση δίνει μια δυνητική μέθοδο για την εύρεση του ποσοστού απομείωσης της αξίας της υποδομής λόγω της κατάστασης στην οποία βρίσκεται. Η μέθοδος αυτή ζητά από τον αξιολογητή, κατ' αρχάς να εκτιμήσει αν η υποδομή θα χρειαστεί αντικατάσταση ή σημαντική βελτίωση μέσα στα επόμενα 50 χρόνια. Σε περίπτωση που αυτό δεν ισχύει, τότε η αξία της υποδομής θεωρείται πως δε μειώνεται. Σε περίπτωση όμως, που η υποδομή θα χρειαστεί βελτιώσεις ή αντικατάσταση, τότε υπολογίζεται ο χρόνος ζωής της και η αξία της μειώνεται, όσο η συγκεκριμένη υποδομή πλησιάζει το τέλος ζωής της. Σε περίπτωση μάλιστα που η υποδομή έχει αξία και μετά το τέλος της ζωής της, αυτή προστίθεται στη συνολική αξία της υποδομής.

$$\text{Εκτιμημένο κόστος αντικατάστασης1 (DRC1) =} \\ \frac{\text{Ολικό κόστος αντικατάστασης} * (\text{Ολικός χρόνος ζωής} - \text{Τωρινός χρόνος ζωής})}{\text{Ολικός χρόνος ζωής}}$$

$$\text{Εκτιμημένο κόστος αντικατάστασης2 (DRC2) =} \\ \frac{\text{Τελική αξία υποδομής} + \text{Ολικό κόστος αντικατάστασης} * (\text{Ολικός χρόνος ζωής} - \text{Τωρινός χρόνος ζωής})}{\text{Ολικός χρόνος ζωής}}$$

Με τον ίδιο αναλογικό τρόπο, μπορούν να υπολογιστούν οι συντελεστές απομείωσης για κάθε διαφορετική περίπτωση. Οι δείκτες αυτοί θα μπορούσαν να έχουν και αθροιστικό αποτέλεσμα (π.χ. συνυπολογισμός των συντελεστών απομείωσης για φθορές, λόγω χρόνου και λόγω τυχαίων καταστροφών στην υποδομή). Το αποτέλεσμα αυτό θα οδηγούσε σε μια ραγδαία μείωση της αξίας της υποδομής, κάτι που ενδεχομένως να μην είναι αντιπροσωπευτικό της πραγματικής κατάστασης. Συνεπώς, όπως σημειώθηκε και νωρίτερα στη παρούσα διπλωματική, είναι απαραίτητο να ελέγχεται η δουλειά του αξιολογητή καθώς ο βαθμός υποκειμενικότητας που υπεισέρχεται στη μέθοδο αποτίμησης της αξίας μιας υποδομής ή επένδυσης είναι αναπόφευκτος. Η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων με εναλλακτικές μεθόδους είναι σημαντικό βήμα προς την επίλυση αυτού του προβλήματος, αποτελεί όμως λύση που είναι χρονοβόρα και μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερήσεις της υποβολής της τελικής αξιολόγησης.

Οι διαφορές που εμφανίζονται στα εγχειρίδια και τις εκθέσεις, συχνά είναι μικρές αλλά ουσιώδης. Εφ' όσον κάθε χώρα έχει θέσει τα δικά της standards που διαφέρουν μεταξύ τους και δεν υπάρχει ένας οργανισμός αρκετά ισχυρός ώστε να θέσει κοινά standards σε όλες τις χώρες (όπως π.χ. οι μηχανισμοί της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις χώρες-μέλη της), οι διαφορές αυτές, όσο μικρές και αν είναι, πάντα θα δημιουργούν προβλήματα. Η έκθεση της KPMG LLP είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα των διαφορών αυτών ([Fair Value Measurement Questions and Answers, KPMG LLP, 2013](#)). Η KPMG στην έκθεσή της έχει τυπώσει τις 119 πιο συνηθισμένες και σημαντικές ερωτήσεις που έχουν προκύψει από τις διαφορές που εμφανίζονται στα Διεθνή Standards των Οικονομικών Μελετών (ή διεθνώς International Financial Report Standards – IFRS) και των αμερικάνικων standards με την ονομασία Κοινώς Αποδεκτές Λογιστικές Αρχές (ή διεθνώς U.S. Generally Accepted Accountant Principles – U.S. GAAP). Η έκθεση αυτή εκτάσεως 114 σελίδων, απαντάει σε πολλές ερωτήσεις που εντόπιζαν προβλήματα στις λογιστικές αξιολογήσεις οι οποίες βασιζόνταν στα δύο αυτά standards. Έτσι η KPMG προσπάθησε να επιλύσει τις διαφορές αυτές επισημαίνοντάς τις, χωρίς ωστόσο να πάρει θέση σχετικά με το ποια standards είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται.

Βοηθητικές εκθέσεις σχετικά με τον υπολογισμό της αξίας υποδομών και επενδύσεων, έχουν εκδώσει και άλλες μεγάλες εταιρείες, πέραν της KPMG. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής αναφέρεται ακόμα μια εταιρεία, η ICAP, η οποία έχει εκδώσει ένα πολύ χρήσιμο οδηγό, όπου σε αυτόν επεξηγούνται όλες οι οικονομικές εκφράσεις, αλλά και ο τρόπος υπολογισμού κάθε μιας από αυτές ([Financial Ratios Explanation, ICAP, 2006](#)). Σε περίπτωση που ο αναγνώστης εντοπίσει δυσκολίες στη παρακολούθηση των οικονομικών όρων που βρίσκονται αργότερα, είτε στα παραδείγματα που θα ακολουθήσουν, είτε στη διαδικασία αποτίμησης της αξίας της κατασκευής υπόγειου αποθηκευτικού χώρου αποβλήτων στο Λαύριο, παραπέμπεται στο βοηθητικό αυτό ολιγοσέλιδο ενημερωτικό εγχειρίδιο.

Επιστρέφουμε στα standards και πιο συγκεκριμένα στο IFRS, ένα από τα πιο διαδεδομένα και πιο συχνά χρησιμοποιούμενα εγχειρίδια. Πάνω σε αυτό, η Ernst and Young ακόμα μια πολυεθνική εταιρεία με πολλά χρόνια εμπειρίας στον τομέα των λογιστικών μελετών, έχει συγγράψει έναν οδηγό αποτίμησης της αντικειμενικής αξίας μιας επένδυσης, ([Applying IFRS; Fair Value Measurement, Ernst and Young, 2012](#)). Στον πολυσέλιδο οδηγό της IFRS, περιγράφεται λεπτομερώς η διαδικασία με την οποία δημιουργείται μια αναλυτική έκθεση υπολογισμού της αντικειμενικής αξίας μιας επένδυσης. Μέσα στον οδηγό μερικά κύρια στοιχεία που αναφέρονται είναι: η σημασία στην απόδοση της έννοιας «αντικειμενική αξία επένδυσης» διαχρονικά αλλά και σε διαφορετικές περιοχές του κόσμου, ο ρόλος που σχηματίζει η αγορά που περιβάλλει την επένδυση, ο ρόλος των συμμετεχόντων της σχετικής αγοράς κατά τον υπολογισμό της αξίας μιας επένδυσης, λογιστικά ζητήματα που επηρεάζουν την αξία της επένδυσης (π.χ. φόροι, τέλη, μεταφορικά κλπ.), νομικά ζητήματα που προκύπτουν ή ενδέχεται να προκύψουν για την αξιοποίηση μιας επένδυσης, αλλά και ακόμα πιο σύνθετα ζητήματα, όπως η ανάλυση του ρίσκου στον υπολογισμό της αξίας μιας επένδυσης, οι εναλλακτικές μέθοδοι και οι διαφορές που παρουσιάζουν οι μέθοδοι αυτοί στον υπολογισμό της αντικειμενικής αξίας, η προσέγγιση σε τιμές που είναι μεταβλητές και θα πρέπει να υποτεθούν κ.α.

Όλα αυτά είναι ερωτήματα που πρέπει κάποιος να έχει υπ' όψιν του, για να καταφέρει να καταθέσει μια πλήρη και επαγγελματική ανάλυση της αντικειμενικής αξίας μιας επένδυσης. Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι παγκοσμίως, υπάρχουν πολλές

μεγάλες εταιρείες οι οποίες έχουν σαν κύριο αντικείμενο τον προσδιορισμό των αντικειμενικών αξιών των επενδύσεων και εν γένει την αξιολόγηση επενδύσεων. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής, έγινε μια προσπάθεια να συγκεντρωθούν όσα περισσότερα δεδομένα ήταν εφικτό και έγινε η καλύτερη δυνατή προσπάθεια να προσεγγιστεί η αντικειμενική αξία της επένδυσης, με όσα μέσα υπήρχαν στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή διαθέσιμα. Φυσικά, η μελέτη αυτή υστερεί σε βάθος πληροφοριών και αναλύσεων από μια επαγγελματική μελέτη, όμως δε στερείται σε κανένα σημείο ως προς τη μεθοδολογική της προσέγγιση ή την αξιοπιστία των εκτιμήσεων της. Οι διαφορές αφορούν στη βαθύτερη μελέτη εκτιμήσεων της γενικότερης αγοράς παρομοίων επενδύσεων και στην ανάλυση των συμμετεχόντων στην επένδυση, κάτι που απαιτεί πολύ μεγαλύτερη πρόσβαση σε πληροφορίες, αλλά και μεγάλη εμπειρία στο χώρο, ώστε να μην οδηγηθεί η μελέτη σε αβάσιμες υποθέσεις.

Παρομοίως, ένας παραπλήσιος οδηγός έχει εκδοθεί και από το κέντρο πιστοποίησης λογιστών της Αυστραλίας (ή διεθνώς CPA Australia), με βασικότερες διαφορές ότι ο οδηγός αυτός είναι περισσότερο πρακτικός, καθώς περιέχει παραδείγματα εφαρμογών, case studies, απαντήσεις σε πρακτικά προβλήματα που δημιουργούνται κατά την σύνταξη μιας μελέτης εύρεσης της αντικειμενικής αξίας, αλλά και ένα κεφάλαιο αφιερωμένο σε συνηθισμένα λάθη που γίνονται διεθνώς σε εκθέσεις αποτίμησης της αντικειμενικής αξίας ([Guide to valuation and depreciation under the international accounting standards for the public sector, CPA Australia, 2012](#)). Ο οδηγός αυτός αποτελεί ένα πολύ καλό εγχειρίδιο και ένα εργαλείο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον και στη μελέτη εξεύρεσης της αντικειμενικής αξίας της επένδυσης του Λαυρίου, που εμπεριέχεται στη παρούσα διπλωματική εργασία.

Πέρα από οδηγούς και εγχειρίδια για την σωστή σύνταξη μιας μελέτης εύρεσης της αντικειμενικής αξίας μιας επένδυσης, υπάρχουν διαθέσιμα και ένα σύνολο επιστημονικών άρθρων και μελετών που ερευνούν την επιστημονική ορθότητα, αλλά επιχειρούν και μια σε βάθος ανάλυση στη σημασία των διαδικασιών εξεύρεσης της αντικειμενικής αξίας. Μερικά από τα επιστημονικά άρθρα που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα εξής: [A comparison of Asset Valuation Methods For Civil Infrastructures, Falls, Haas and Tighe, 2004](#); [Fixes Asset Valuation Methodology, Local Government Capacity](#)

Building Project (LGCBP), 2010; Infrastructure Asset Management: The Valuation of Complex Objects, Verlaan and de Ridder, 2008; Replacement Cost Asset Valuation and the Regulation of Energy Infrastructure Tariffs, Johnstone, 2003 και Code for the Technical assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports, The Valmin Code, 2005.

Στο πρώτο εξ αυτών των άρθρων – αυτό των Falls, Haas και Tighe – όπως μαρτυρά και ο τίτλος, γίνεται μια συγκριτική μελέτη των διαφόρων τεχνικών και μεθόδων αποτίμησης των έργων πολιτικού μηχανικού. Η σημαντικότερη συνεισφορά του συγκεκριμένου άρθρου, πέρα από την αθροιστική καταγραφή των μεθοδολογιών και την επεξήγηση των διαφορών τους, τόσο σε θεωρητικό, όσο και σε πρακτικό επίπεδο, είναι η παράθεση επενδύσεων στις οποίες έχει εφαρμοσθεί ένα σύνολο διαφορετικών μεθοδολογιών. Συγκρίνοντας τα συμπεράσματα, καταλήγουμε σε μια πολύ καλή σχηματική απεικόνιση της διαφοράς των αποτελεσμάτων των μεθοδολογιών αποτίμησης.

Τα κυριότερα ευρήματα του άρθρου αφορούν τις εξής μεθοδολογικές προσεγγίσεις: Κόστος Κατασκευής (ή διεθνώς Book Value), Κόστος Αντικατάστασης (ή διεθνώς Replacement Cost), Καταγεγραμμένο Κόστος Αντικατάστασης (ή διεθνώς Written Down Replacement Cost), Κόστος Επαναλειτουργίας (ή διεθνώς Net Salvage Value) και Προσδιορισμός Αξίας Επένδυσης Σύμφωνα με την Οδηγία 34 του Συμβουλίου των Standard της Διοικητικής Λογιστικής (ή διεθνώς Statement 34 of the Governmental Accounting Standard Board – GASB34). Συμπερασματικά, από τη συγκεκριμένη μελέτη εξάγεται ότι σε κάθε μια μέθοδο αξιολόγησης επενδύσεων μπορούν να διακριθούν τάσεις. Για παράδειγμα παρατηρείται ότι η μέθοδος WDRC δίνει συνήθως χαμηλότερες τιμές αντικειμενικής αξίας στις επενδύσεις, ενώ η μέθοδος BV δίνει τις υψηλότερες (ολόκληρη η σειρά είναι $WDRC < NSV < GASB34$ και BV). Ταυτόχρονα, όσο μεγαλύτερη υπολογιστεί η συνολική τιμή της αντικειμενικής αξίας, τόσο μεγαλύτερη είναι και η απόκλισή της, σε σχέση με τα επίπεδα εμπιστοσύνης των μεταβλητών που ορίστηκαν από τον αξιολογητή, με την GASB34 να δίνει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις, συγκριτικά με τις υπόλοιπες μεθόδους αποτίμησης και την BV να ακολουθεί.

Το δεύτερο σε σειρά κείμενο, αποτελεί ουσιαστικά ένα απόσπασμα από τα Παλαιστινιακά Standards, μια περιοχή που λόγω της γεωπολιτικής της θέσης αλλά και της ιστορίας της, αποτελεί μια από τις πιο ιδιαίτερες περιπτώσεις που μπορεί να συναντήσει κανείς, κατά την αποτίμηση επενδύσεων. Το κείμενο αυτό δεν έχει να προσφέρει κάτι, για την περίπτωση που αντιμετωπίζεται στην παρούσα διπλωματική εργασία, αλλά περιέχει μια διαφορετική αντιμετώπιση του θέματος και γι' αυτό αξίζει αναφοράς. Επιπρόσθετα, ένα μεγάλο μέρος του κειμένου καλύπτει και τα νομικά ζητήματα των επενδύσεων. Πάντως, οι διαφορές που παρουσιάζει σε θέματα αντιμετώπισης των επενδύσεων, εξάγονται από μια πολύ διαφορετική φιλοσοφία για την έννοια της επένδυσης και της αξίας αυτής, επιβεβαιώνοντας με τον καλύτερο τρόπο την αναφορά που γίνεται πολλές φορές, σχετικά με τη διαφορετική ερμηνεία της έκφρασης «αντικειμενική αξία επένδυσης», ακόμα και στο σύγχρονο κόσμο.

Το άρθρο των Verlaan και de Ritter συνιστά μια μελέτη σύνθετων περιπτώσεων, όπου απαιτείται μια πολύ ακριβής αποτίμηση της αξίας επενδύσεων που παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες, όπως για παράδειγμα η περίπτωση της αποτύπωσης της αξίας των δημόσιων επενδύσεων, με σκοπό την ορθότερη διαχείρισή τους. Οι δημόσιες επενδύσεις, πέραν του μεγάλου μεγέθους που πολλές φορές έχουν, παρουσιάζουν και ιδιαιτερότητες, κυρίως στην αποτίμηση της αξίας τους, αφού πολλές φορές το πολιτικό κόστος είναι σημαντικότερο από το οικονομικό. Επιπρόσθετα, οι βασικές ανθρώπινες ανάγκες, όπως ύδρευση και αποχέτευση, υποδομές μεταφορών κλπ. είναι συνήθως δεδομένες στις σύγχρονες κοινωνίες. Έτσι, η εξασφάλιση της κάλυψης αυτών των αναγκών, δυσκολεύει την αποτίμηση των έργων υποδομής, σύμφωνα με τους κανόνες της αγοράς. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συναντώνται ένα σύνολο τεχνικών (όπως για παράδειγμα οι σκιώδεις τιμές), για να κατανοείται η σύνθετη αντίληψη της αξίας αυτών των έργων.

Στη περίπτωση που μελετάται στη παρούσα διπλωματική, ο υπολογισμός της αξίας της προστασίας του περιβάλλοντος εμπεριέχεται στο σύνολο της εκτιμώμενης αξίας της επένδυσης, καθώς σε άλλη περίπτωση, τα απόβλητα που δεν αποθηκεύονται στο συγκεκριμένο έργο θα έπρεπε να αντιμετωπισθούν με κάποιο άλλο τρόπο, κάτι το οποίο θα σήμαινε επιπρόσθετα έξοδα. Οι περιπτώσεις αυτές, παρ' όλο που θεωρούνται σπάνιες, αντιμετωπίζονται συχνά στα δημόσια έργα τα οποία

εμπεριέχουν «κρυμμένα» έξοδα, αλλά και πολλές διαφορετικές αξίες όταν η ίδια υποδομή μελετάται από διαφορετικό πρίσμα (κοινωνικό, οικολογικό, πολιτικό κ.α.).

Ακόμα ένα πολύ ενδιαφέρον σύγγραμμα, αυτό του David Johnstone, αποτελεί μια εμβάθυνση στην τεχνική αποτίμησης μιας επένδυσης, με τη μέθοδο του Κόστους Αντικατάστασης (ή διεθνώς Replacement Cost – RC). Σύμφωνα με τον ίδιο, η μέθοδος του Κόστους Αντικατάστασης έχει απορριφθεί εδώ και καιρό από την ίδια την αγορά, ως μια μέθοδος που εισάγει μεγάλο βαθμό υποκειμενικότητας από τον αξιολογητή. Στο κείμενο του Johnstone, επεξηγείται μια βελτιωμένη πρόταση αποτίμησης επενδύσεων, που βασίζεται στη μέθοδο του Κόστους Αντικατάστασης, η οποία ονομάζεται Βελτιωμένο Κόστος Αντικατάστασης (ή διεθνώς Optimized Replacement Cost – ORC). Τέλος, χρησιμοποιώντας τη νέα αυτή μεθοδολογία, ο συγγραφέας εισάγει την έννοια του Αποσβενόμενου Βελτιωμένου Κόστους Αντικατάστασης (ή διεθνώς Depreciated Optimized Replacement Cost – DORC), η οποία αποτελεί την πιο βελτιωμένη και αντικειμενική μεθοδολογία αποτίμησης επενδύσεων και βασίζεται στη λογική του Κόστους Αντικατάστασης της επένδυσης. Μέσα στο σύγγραμμά του, ο Johnstone παραθέτει ένα σύνολο παραδειγμάτων για να εξηγήσει την αξία και τη χρήση της μεθοδολογίας DORC, μιας μεθόδου που προτείνεται διεθνώς όταν ενδείκνυται η χρήση της λογικής του Κόστους Αντικατάστασης κατά την αποτίμηση μιας επένδυσης.

Τέλος, το τελευταίο κείμενο που θα παρατεθεί σε αυτό το κεφάλαιο είναι ο κώδικας Valmin, ένα κείμενο γραμμένο από το Αυστραλιανό Ινστιτούτο Ορυκτών και Μεταλλουργίας (Australian Institute of Mining and Metallurgy – AusIMM). Το κείμενο αυτό αποτελεί ουσιαστικά έναν κώδικα, που περιλαμβάνει 103 οδηγίες τις οποίες πρέπει να ακολουθήσει κανείς, σε περίπτωση που θέλει να συντάξει μια έκθεση αποτίμησης μιας επένδυσης και αφορά το τμήμα των ορυκτών πόρων ή της μεταλλουργίας. Οι οδηγίες αυτές, καλύπτουν μια πολύ ευρεία λίστα από επιμέρους παραμέτρους, που θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν για την αντικειμενική καταγραφή της αξίας μιας επένδυσης στον αντίστοιχο χώρο. Μερικές από αυτές τις πτυχές, είναι τα ορυκτά αποθέματα, η διαδικασία εξόρυξης, τα κόστη λειτουργίας, τα έσοδα, άλλα οικονομικά στοιχεία, το αναλαμβανόμενο ρίσκο κλπ. Ταυτόχρονα, εκτός από τα άρθρα που περιέχονται στην έκθεση, καλύπτονται και άλλα ζητήματα σχετικά με μια

μελέτη αποτίμησης επενδύσεων, όπως ο τρόπος που πρέπει να γίνει αυτή, ώστε να είναι ανεξάρτητη και όχι επηρεασμένη από υποκειμενικότητες, τη μεθοδολογία που πρέπει να ακολουθηθεί στην εκάστοτε περίπτωση, τους διαφορετικούς τύπους εκθέσεων που αρμόζουν σε διαφορετικές καταστάσεις κλπ.

Με αυτά τα τελευταία κείμενα, κλείνει αυτό το κεφάλαιο στο οποίο παρατέθηκαν τα σημαντικότερα κείμενα σχετικά με τη θεωρία της διαδικασίας αποτίμησης επενδύσεων, ένα θέμα για το οποίο έχουν γραφτεί πάρα πολλά και απασχολεί πολλούς επαγγελματίες και ερευνητές παγκοσμίως. Παρ' όλο που το κεφάλαιο αυτό είναι περιορισμένο, αναλογικά με το μέγεθος του όγκου της διεθνούς βιβλιογραφίας, εμπεριέχει τα σημαντικότερα και πιο συχνά χρησιμοποιούμενα συγγράμματα και δίνει στον αναγνώστη μια πολύ καλή ιδέα για τη διεθνή βιβλιογραφία που μπορεί να αναζητηθεί.

Το κεφάλαιο αυτό λειτουργεί σαν θεωρητικό υπόβαθρο, πάνω στο οποίο θα στηριχθεί η αποτίμηση της αξίας της υποδομής του Λαυρίου στο μεθεπόμενο κεφάλαιο, αφού πρώτα παρατεθούν μερικά παραδείγματα από τη διεθνή βιβλιογραφία που θα λειτουργήσουν σαν ενδιάμεσο κεφάλαιο ανάμεσα στη θεωρία και στην πράξη. Ο αναγνώστης, σε περίπτωση που νιώσει την ανάγκη να κατανοήσει βαθύτερα τη διαδικασία αποτίμησης των επενδύσεων, καλείται να επιστρέψει στη βιβλιογραφία αυτού του κεφαλαίου και να οδηγηθεί στα αντίστοιχα δοκίμια, ώστε να κατανοήσει με ακρίβεια την εκάστοτε μεθοδολογία.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει μια παρουσίαση μερικών βιβλιογραφικών πηγών, που εστιάζουν στη δημιουργία αναφορών σχετικά με την αξία υπόγειων επενδύσεων, ώστε το 4^ο κεφάλαιο να λειτουργήσει σαν γέφυρα ανάμεσα στη θεωρία του 3^{ου} κεφαλαίου και στην εφαρμογή της στην υπόγεια εγκατάσταση αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο, στο 5^ο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 4^ο: Παραδείγματα Εφαρμογής σε Υπόγεια Έργα

Το 4^ο κεφάλαιο αποτελεί συνέχεια στη βιβλιογραφική έρευνα που έγινε, προκειμένου να εξετασθεί πλήρως το ζήτημα της αποτίμησης της αξίας του υπόγειου χώρου. Στο κεφάλαιο αυτό, σε αντίθεση με το θεωρητικό υπόβαθρο του 3^{ου} κεφαλαίου, γίνεται μια αναδρομή στη διεθνή βιβλιογραφία, που αναφέρεται σε πρακτικές προσπάθειες να αποτιμηθούν βάσει της αξίας τους ορισμένες υπόγειες εγκαταστάσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, η αποτίμηση αυτή έχει ποιοτικό χαρακτήρα (μέσα από κάποια μέθοδο αποτίμησης ή κάποια μέθοδο περιγραφής των χαρακτηριστικών της επένδυσης), ενώ σε κάποιες άλλες, οι συγγραφείς προχωρούν ένα βήμα ακόμα και μέσα από υποθέσεις σχετικά με τις διακυμάνσεις των μεταβλητών τιμών, προσπαθούν να προσεγγίσουν αριθμητικά την αξία των επενδύσεων.

Η αναφορά που γίνεται στο παρόν κεφάλαιο αναφέρεται σε έξι βιβλιογραφικές πηγές, οι οποίες παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες με το θέμα που αναλύεται στη παρούσα διπλωματική εργασία. Στη διεθνή βιβλιογραφία, οι αναφορές πάνω σε περιπτώσεις χρήσης του υπογείου χώρου και στην αποτίμηση της αξίας του χώρου αυτού, είναι συχνές. Τις περισσότερες φορές τα κείμενα εστιάζουν πάνω σε συγκεκριμένο έργο ή υπόγειο χώρο, που έχει υλοποιηθεί ή βρίσκεται υπό υλοποίηση, ενώ ορισμένες φορές οι αναφορές που γίνονται έχουν σκοπό την υποθετική χρήση ή την υποθετική επένδυση ενός υπογείου χώρου. Σε κάθε περίπτωση, η διεθνής βιβλιογραφία αντιμετωπίζει εδώ και πολλά χρόνια το πρόβλημα της αποτίμησης της αξίας ενός υπόγειου χώρου και η παρούσα διπλωματική ακολουθεί σε μεγάλο βαθμό τα υπάρχοντα πρότυπα.

Η πρώτη περίπτωση εφαρμογής που μελετάται είναι το άρθρο μιας πλειάδας επιστημόνων (αναλυτικά των Wise, Braden, Ghalayini, Grant, Kloss, MacMullan, Morse, Montalto, Nees, Nowak, Peck, Shaikh και Yu) για λογαριασμό του Center for Neighborhood Technology (CNT) ([Integrating Valuation Methods to Recognize Green Infrastructure's Multiple Benefits, Wise et al., 2010](#)). Το αντικείμενο της μελέτης των παραπάνω επιστημόνων, είναι να αποτιμήσουν τα οφέλη που παρουσιάζονται με την

κατασκευή διαφορετικών «πράσινων υποδομών». Ο λόγος που κάτι τέτοιο είναι σημαντικό είναι διότι στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, υπάρχει μεγάλη προσπάθεια να στραφούν οι δημόσιες επενδύσεις (συνήθως από τις τοπικές πολιτείες) σε υποδομές που χαρακτηρίζονται «πράσινες». Έτσι, υπάρχει ανάγκη να γίνει μια μελέτη σχετικά με την αποτίμηση της αξίας της κάθε επένδυσης.

Κατ' αρχάς, ως πράσινη υποδομή στο κείμενο αναφέρεται ότι νοείται η υποδομή εκείνη η οποία θα περιορίσει τις ζημιές που προκαλούν τα ακραία καιρικά φαινόμενα. Μερικά παραδείγματα «πράσινων υποδομών» είναι τα αστικά πάρκα, τα πεζοδρόμια τα οποία είναι ικανά να απορροφήσουν το βρόχινο νερό, οι υποδομές που εστιάζουν στη συλλογή βρόχινου νερού, οι «πράσινες» οροφές (δηλαδή οι οροφές που μπορούν πάνω σε αυτές να υπάρχουν φυτά) και άλλα.

Στη συνέχεια, οι συγγραφείς αφιερώνουν μεγάλο μέρος του κειμένου αναλύοντας ποιοτικά τα οφέλη που παρουσιάζονται σε κάθε μια από τις περιπτώσεις. Η ποιοτική αυτή ανάλυση δεν προσφέρει δυνατότητα για σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών υποδομών. Για παράδειγμα, τα αστικά δέντρα προσφέρουν βελτίωση του οξυγόνου της περιοχής, μείωση του διοξειδίου του άνθρακα, βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής, μείωση της δαπάνης από κλιματισμό κ.α. ενώ τα πεζοδρόμια που είναι ικανά να επιτρέψουν στο νερό να φτάσει το έδαφος προσφέρουν υψηλότερες αντοχές σε διάβρωση και γενικότερα σε φθορές λόγω βροχοπτώσεων, μειώνουν τη θερμοκρασία του εδάφους επιτρέποντάς του να «αναπνέει», μειώνουν τη χρήση άλατος για τη διάλυση του πάγου, προσφέρουν μείωση του θορύβου κ.α. Είναι πρακτικά αδύνατο κάποιος να επιλέξει, αν θα ήταν προτιμότερο να επενδύσει σε ένα αστικό πάρκο ή στη δημιουργία διάτρητων πεζοδρομίων, βασιζόμενος μόνο σε αυτά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Παρ' όλα αυτά, ακόμη και η ποιοτική αποτίμηση μας βοηθάει να καταλάβουμε τη χρήση καθενός από τα παραπάνω έργα και με αυτό τον τρόπο να δημιουργήσουμε ένα μοντέλο που θα μας επιτρέψει να αποτιμήσουμε κάθε ένα ξεχωριστά, με μια κοινή μέθοδο και ένα αποτέλεσμα που να είναι άμεσα συγκρίσιμο με τα υπόλοιπα αποτελέσματα.

Για να το επιτύχει αυτό, η επιστημονική ομάδα πίσω από το άρθρο, βασισμένη πάνω στη διεθνή βιβλιογραφία, προτείνει δεκατρείς κατηγορίες στις οποίες η κάθε

επένδυση θα αξιολογείται και στο τέλος, μέσα από αυτές τις κατηγορίες τα οφέλη θα μετατρέπονται σε χρηματικές μονάδες. Το τελικό αυτό ποσό, θα αποτελεί την αξία της κάθε επένδυσης και αυτό το ποσό είναι ένα αποτέλεσμα, που αποκτά την ιδιότητα να είναι άμεσα συγκρίσιμο με τα υπόλοιπα αποτελέσματα των αξιών των άλλων επενδύσεων.

Οι κατηγορίες αυτές είναι οι εξής:

1. Μείωση της χρήσης ενέργειας
2. Βελτίωση της ποιότητας του αέρα
3. Μείωση των εκπομπών αερίου διοξειδίου του άνθρακα
4. Βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος
5. Αξία λόγω αναψυχής (για παράδειγμα μέσα από τα αστικά πάρκα)
6. Αποφυγή του «γκρίζου κόστους» των υποδομών (γκρίζο κόστος είναι το κόστος της διαχείρισης της υποδομής, της λειτουργίας της, αλλά και το κόστος του κεφαλαίου μιας επένδυσης)
7. Αποφυγή περιττού κόστους κατασκευής
8. Ελάττωση του κόστους συντήρησης των υποδομών
9. Ελάττωση του κινδύνου πλημμύρας σε αστικές περιοχές
10. Βελτίωση της ποιότητας του εδάφους
11. Ελάττωση του θορύβου
12. Μείωση της θερμοκρασίας του μικροκλίματος και
13. Οφέλη σε μεγαλύτερη κλίμακα από την αστική.

Κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες, μπορεί να συνδεθεί άμεσα ή έμμεσα με τον υπολογισμό του κέρδους που θα έχει η τοπική κοινωνία αν υλοποιήσει κάποια υποδομή.

Συνεπώς το σύνολο των ωφελειών από τις παραπάνω δεκατρείς κατηγορίες, μπορεί να μας δώσει το σύνολο της αξίας μιας υποδομής.

$$\sum_1^{13} K_i = \text{Αξία Επένδυσης}$$

$K_i = \text{Σύνολο αξίας κάθε κατηγορίας}$

Ορισμένες από τις παραπάνω κατηγορίες είναι ευκολότερο να αποτιμηθούν, ενώ για ορισμένες άλλες πρέπει να γίνουν εκτιμήσεις με ποσοστό ακρίβειας, ώστε να υπολογισθεί μια τιμή που θα περιγράφει την αξία της επένδυσης στην συγκεκριμένη κατηγορία. Παράδειγμα εύκολης μετατροπής, είναι ο περιορισμός της εκπομπής ρύπων διοξειδίου του άνθρακα και η μείωση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς αμφότερες οι τιμές αυτές μπορούν εύκολα να μετατραπούν σε χρηματικές μονάδες, μέσα από τις αντιστοιχίες του κόστους παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ή την αντιστοιχία της τιμής ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα βάσει του συμφώνου του Κιότο. Δύσκολη κατηγορία ως προς τον υπολογισμό, θεωρείται για παράδειγμα η αποτίμηση του οφέλους μιας επένδυσης σε μεγαλύτερη κλίμακα, καθώς συχνά είναι ασαφές ποια θα έπρεπε να είναι η κλίμακα στην οποία εξετάζονται τα αποτελέσματα της εκάστοτε επένδυσης.

Η παραπάνω προσπάθεια της επιστημονική ομάδας του «Center for Neighborhood Technology», αποτελεί ίσως την πιο ριζοσπαστική πρόταση σχετικά με την αποτίμηση της αξίας των επενδύσεων. Η υιοθέτηση μιας τέτοιας νόρμας από μια χώρα με μεγάλη δυναμική στις επενδύσεις αστικών υποδομών, θα μπορούσε να βοηθήσει το έργο των αξιολογητών, αν βεβαίως αυτή η μέθοδος αποδεικνυόταν αντικειμενική και δεν παρουσίαζε υποκειμενικότητες ως προς συγκεκριμένη κατηγορία έργων.

Στη συνέχεια, εξετάζονται δύο άρθρα από τον οργανισμό «InTech» που έχει σαν σκοπό να επιτρέψει την ελεύθερη πρόσβαση στα πιο επίκαιρα επιστημονικά άρθρα στον οποιοδήποτε, με σκοπό την προώθηση της επιστήμης. Και τα δύο αυτά άρθρα αναφέρονται σε μελέτες που έγιναν για υπόγεια έργα. Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο άρθρο αναφέρεται στην αποθήκευση και αξιοποίηση του υδροποιημένου φυσικού αερίου σε υπόγειο χώρο, ενώ το δεύτερο είναι μια μελέτη για το ορυχείο χαλκού που βρίσκεται στην περιοχή Asikoy της γειτονικής Τουρκίας.

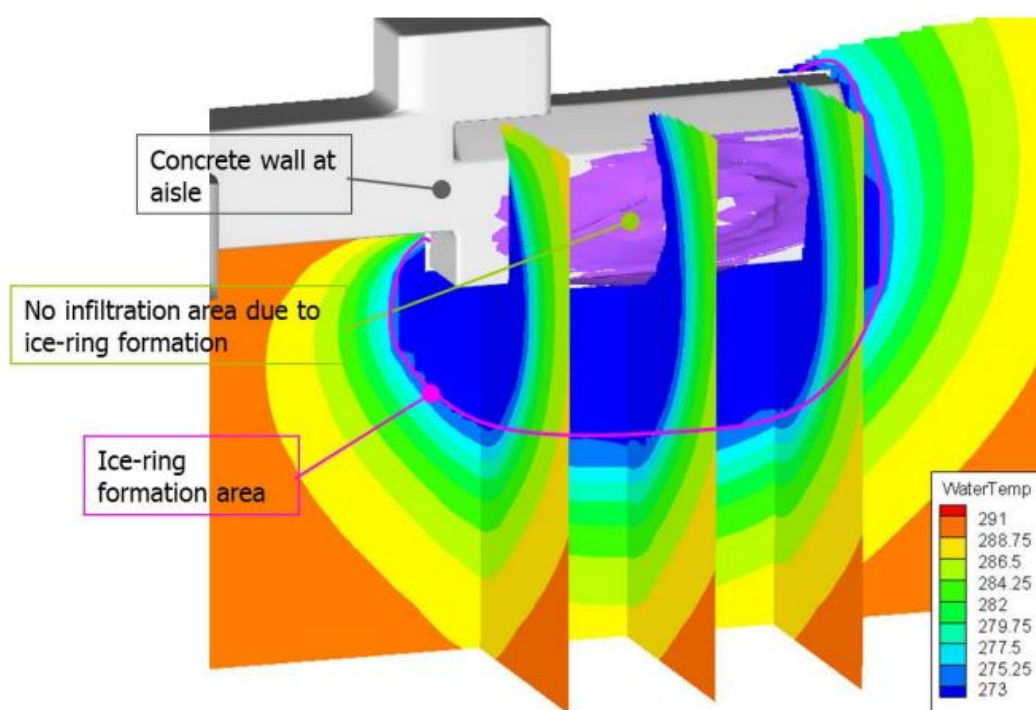
Το πρώτο άρθρο αποτελεί τη μελέτη των Park, Chung, Lee και Kim ([Park et al., 2012](#)) οι οποίοι εμπνευσμένοι από την ανάγκη εξεύρεσης λύσεων, για την αποθήκευση του υγροποιημένου φυσικού αερίου, ώστε να καλυφθεί η όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας της Κορέας, αναζητούν να βρουν κατά πόσο η κατασκευή ενός μεγάλου υπογείου σταθμού αποθήκευσης και διακίνησης του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι εφικτή. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία υπάρχουν αρκετά παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων και μελετών. Αναφέρονται ενδεικτικά τα κυριότερα προς ενημέρωση του αναγνώστη σχετικά με το ζήτημα: [Anderson, 1989](#); [Dahlstrom and Evans, 2002](#); [Monsen and Barton, 2001](#); [Dahlstrom, 1992](#); [Glamheden and Lindblom, 2002](#).

Σε προηγούμενες εφαρμογές της υπόγειας λύσης αποθήκευσης, παρουσιάστηκαν μεγάλα οφέλη, όπως οικονομία κατά τη μεταφορά του υγροποιημένου φυσικού αερίου, μεγαλύτερη ασφάλεια αποθήκευσης, μικρότερος χρόνος μεταφοράς κ.α. όμως ταυτόχρονα παρατηρήθηκε και ένα μεγάλο πρόβλημα. Το πρόβλημα αυτό είναι η καταστροφή του υπογείου χώρου, λόγω της συνεχούς συστολής και διαστολής των πετρωμάτων. Οι χαμηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται, ώστε να επιτευχθεί η υγροποίηση του φυσικού αερίου και η άνοδος της θερμοκρασίας, όταν οι δεξαμενές είναι άδειες, περνούν στα πετρώματα ως θερμικό φορτίο, αναγκάζοντάς τα να φθαρούν μέσα από τις συνεχές μεταβολές.

Η λύση δόθηκε μερικά χρόνια αργότερα από τους [Amantini and Chanfreau, 2004](#) και [Amantini et al., 2005](#). Οι συγκεκριμένοι επιστήμονες, απέδειξαν ότι ένας σταθμός αποθήκευσης και μεταφοράς του υγροποιημένου φυσικού αερίου μπορούσε να λειτουργήσει, εάν ο σταθμός κατασκευαζόταν σε βάθος 500 – 1000 μέτρων. Σε εκείνο το βάθος, οι γεωστατικές πιέσεις που ασκούνται στα πετρώματα αντισταθμίζουν τις θερμικές πιέσεις λόγω διαστολής και συστολής, που δημιουργούνται λόγω της ακραίας ψύξης των πετρωμάτων.

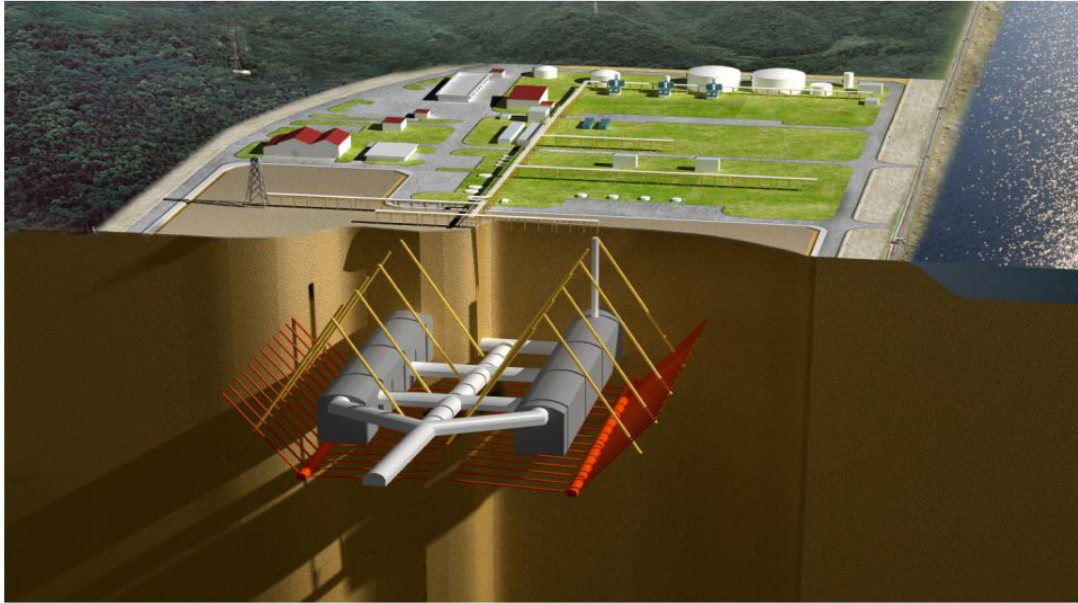
Με οδηγό τα παραπάνω άρθρα, οι Park et al. σχεδιάζουν έναν υπόγειο σταθμό αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου και εξετάζουν όλες τις πτυχές του εγχειρήματος, από την εκσκαφή και μόνωση του υπογείου χώρου, το σύστημα μεταφοράς του υγροποιημένου φυσικού αερίου, αλλά και ένα προηγμένο σύστημα

παρακολούθησης των θερμοκρασιακών μεταβολών και μετακινήσεων των πετρωμάτων, ώστε να περιοριστεί το ρίσκο διαρροής υγροποιημένου φυσικού αερίου στο υπέδαφος λόγω φθοράς των πετρωμάτων που περιβάλλουν την κατασκευή. Στην εικόνα 8 αποτυπώνεται μια εικόνα από την παρακολούθηση των πετρωμάτων που περιβάλλουν την κατασκευή, αλλά και το μέγεθος του «δαχτυλιδιού» πάγου που παρατηρείται γύρω από την κατασκευή.



Εικόνα 8: Παρακολούθηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντα χώρου αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου. Με σκούρο μπλε η περιοχή που δημιουργείται ένα «δαχτυλίδι» πάγου (πηγή Park et al., 2012)

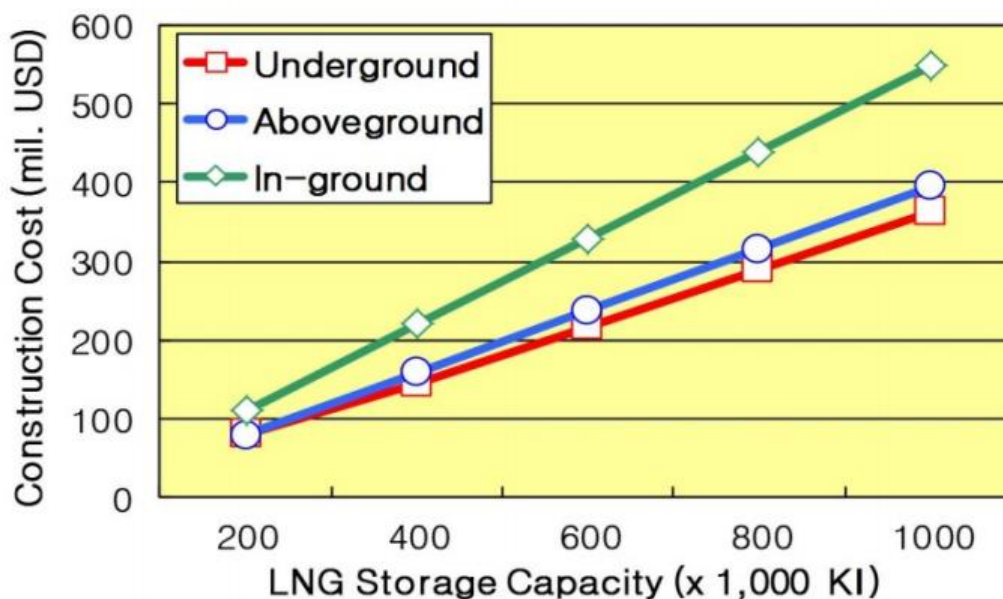
Ταυτόχρονα, στην εικόνα 9 μπορούμε να δούμε μια πανοραμική άποψη της υπόγειας κατασκευής του σταθμού, συνολικής χωρητικότητας 140.000 κυβικών μέτρων.



Εικόνα 9: Πανοραμική άποψη του υπόγειου σταθμού αποθήκευσης υγροποιημένου φυσικού αερίου (πηγή Park et al., 2012)

Τέλος, το άρθρο κλείνει με μια οικονομική σύγκριση τριών διαφορετικών λύσεων, για την επίλυση του προβλήματος της αποθήκευσης και μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Στην πρώτη περίπτωση εξετάζεται ένας υπέργειος σταθμός, στην δεύτερη ένας υπόγειος σταθμός, αλλά σε βάθος μικρότερο από το απαιτούμενο για να αποφευχθούν τα προβλήματα φθοράς των τοιχωμάτων και τέλος, τα οικονομικά στοιχεία κατασκευής και λειτουργίας ενός υπόγειου σταθμού σε βάθος μεγαλύτερο των 500 μέτρων.

Από τις τρεις αυτές περιπτώσεις, η πιο οικονομική λύση φαίνεται να είναι ο υπόγειος σταθμός σε μεγάλο βάθος και αρκετά κοντά η λύση του υπέργειου σταθμού, με τη λύση αυτή να υστερεί σημαντικά, λόγω του υψηλού κόστους σταθεροποίησης και ενίσχυσης των τοιχωμάτων. Η εικόνα 10 απεικονίζει το κόστος κατασκευής των σταθμών στις τρεις διαφορετικές περιπτώσεις σε σχέση με την συνολική χωρητικότητα του σταθμού.



Εικόνα 10: Σύγκριση κόστους κατασκευής για τρεις διαφορετικούς τύπους σταθμών αποθήκευσης και μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Με πράσινο η λύση υπογείου σταθμού σε μικρό βάθος, με μπλε η λύση υπέργειου σταθμού και με κόκκινο η λύση υπογείου σταθμού σε μεγάλο βάθος (πηγή Park et al., 2012)

Το δεύτερο άρθρο της «InTech» που παρουσιάζεται είναι η έρευνα του Gonen (Gonen, 2012) σχετικά με τη λειτουργία του ορυχείου χαλκού στην περιοχή Asikoy της Τουρκίας. Το συγκεκριμένο άρθρο είναι μια περίπτωση μελέτης σε ένα υπάρχον έργο και όχι σε ένα υποθετικό ή υπό κατασκευή. Το ορυχείο του Asikoy είναι ικανό να εξορύξει 420.000 τόνους πετρώματος ανά έτος, με την περιεκτικότητα σε χαλκό να ανέρχεται σε 2%.

Η μελέτη του Gonen, στο ξεκίνημά της δίνει γενικά γεωλογικά στοιχεία της περιοχής και εστιάζει στις εξορυκτικές μεθόδους. Στη συνέχεια, περιγράφει τη μορφή του ορυχείου, το οποίο χρησιμοποιεί τη μέθοδο των μακρών στοών, μια μέθοδο που βασίζεται στη διάνοιξη τούνελ με χρήση γεωτρύπανου. Ακόμη, το άρθρο δίνει ένα σύνολο πληροφοριών για τις ιδιότητες του εδάφους που περιβάλλει το ορυχείο, αλλά και μια έρευνα σχετικά με τις τάσεις που αναπτύσσονται στα τοιχώματα του ορυχείου. Τέλος, το άρθρο κλείνει με επιπρόσθετη βιβλιογραφία σχετικά με το συγκεκριμένο ορυχείο, που φαίνεται πως την τελευταία δεκαετία έχει μελετηθεί εξονυχιστικά από ένα σύνολο Τούρκων επιστημόνων.

Μετά τη μελέτη του Gonen για το ορυχείο του Asikoy, παρουσιάζεται ακόμα ένα επιστημονικό κείμενο που αποτελεί τη διπλωματική εργασία του Alexandre Shinobe στο πανεπιστήμιο του Montreal στο Καναδά ([Economics of Underground Conversion in an Operating Limestone Mine, Alexandre Shinobe, 1997](#)). Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εξετάζει τα ορυχεία ασβεστόλιθου και δολομίτη, ενώ εστιάζει στην οικονομική διάστασή τους. Παρ' ότι η αξία του ασβεστόλιθου και του δολομίτη δεν είναι υψηλή, συγκριτικά με τα υπόλοιπα ορυκτά, τα ορυκτά αυτά χρησιμοποιούνται σε πολλούς τομείς και η αγορά τους έχει ιδιαίτερα σημαντική ζήτηση. Σύμφωνα με τα στοιχεία του [Shinobe](#), μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής εξορύσσονται πάνω από 1.000.000.000 τόνοι ασβεστόλιθου το χρόνο. Συνεπώς, παρά τη χαμηλή τιμή πώλησης των δύο αυτών ορυκτών, η συνολική αγορά είναι ιδιαίτερα μεγάλη.

Η εργασία αναφέρεται και σε άλλα στοιχεία σχετικά με την αγορά του ασβεστόλιθου και του δολομίτη, ενώ στη συνέχεια αναλύει τις φυσικές και χημικές ιδιότητές τους, την ταξινόμησή τους και την ιστορία τους σαν υλικά δόμησης, είτε σε συνδυασμό με το σκυρόδεμα, είτε σαν αδρανή. Παράλληλα, δίνεται και μια εικόνα στον αναγνώστη σχετικά με τα κοιτάσματα δολομίτη και ασβεστόλιθου στις Ηνωμένες Πολιτείες, μέσω ενός χάρτη που εμφανίζει όλα τα ενεργά ορυχεία.

Στο επόμενο κεφάλαιο, ο Shinobe κάνει αναφορά για τις μεθόδους εξόρυξης που χρησιμοποιούνται στα παραπάνω ορυχεία. Διακρίνει τα ορυχεία σε τρεις κατηγορίες, αυτά που λειτουργούν επιφανειακά, αυτά που λειτουργούν υπόγεια και αυτά που λειτουργούν και με τους δύο τρόπους. Για τις δυο πρώτες κατηγορίες, ο συγγραφέας κάνει μια οικονομική ανάλυση του κόστους λειτουργίας, ενώ για την τρίτη στηρίζεται στη διεθνή βιβλιογραφία, ώστε να περιγράψει την οικονομική υπόσταση των ορυχείων εκείνων που λειτουργούν ταυτοχρόνως επιφανειακά και υπογείως.

Για τα υπέργεια ορυχεία αναφέρει πως το κόστος εξόρυξης είναι συγκριτικά μικρότερο από τις υπόλοιπες κατηγορίες, όμως μέσα στη μελέτη δεν περιέχονται έξοδα που σχετίζονται με την προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και τα έξοδα των βελτιωτικών έργων που θα χρειαστεί η περιοχή, ένα πρόβλημα που ο συγγραφέας προβλέπει πως θα γίνει πολύ έντονο τα επόμενα χρόνια.

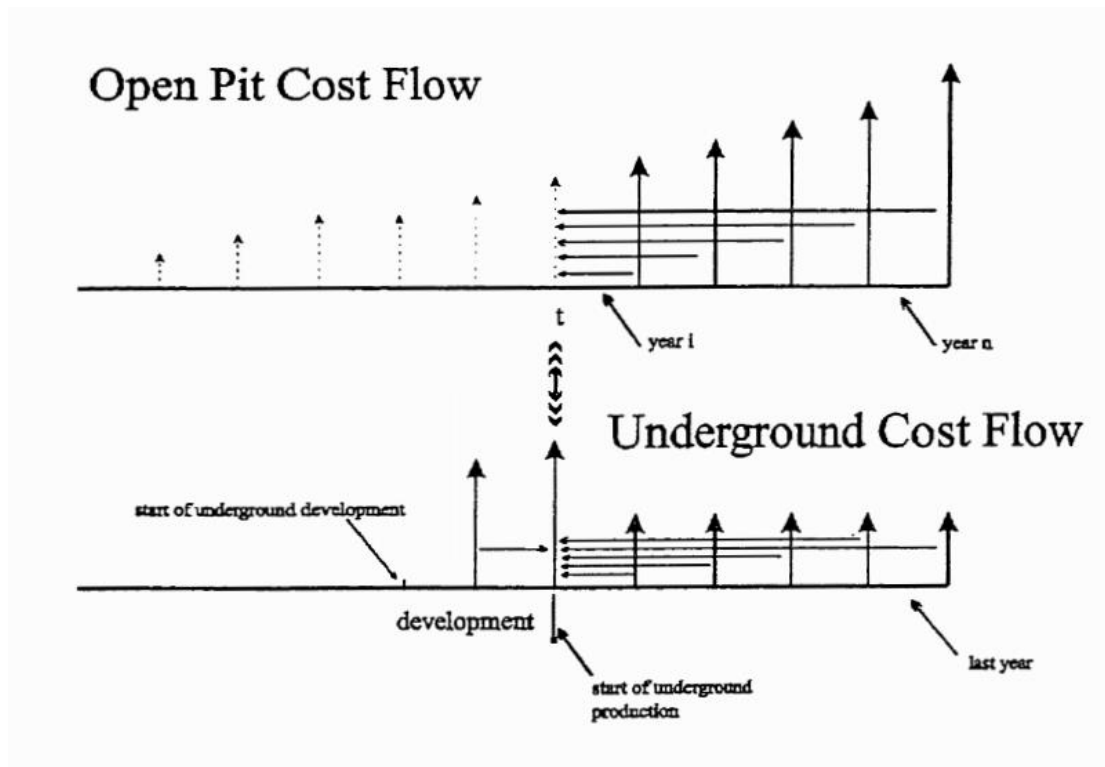
Για τα υπόγεια ορυχεία οι μέθοδοι εξόρυξης και πάλι διαφέρουν, όμως μερικά κοινά χαρακτηριστικά είναι ότι υπάρχει ανάγκη υποστύλωσης των στοών που ανοίγονται, ενώ ο περιορισμένος χώρος δεν επιτρέπει πλήθος μηχανημάτων να λειτουργούν σε μια συγκεκριμένη στοά και δυσκολεύει τη διαδικασία φόρτωσης των φορητών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τις καθυστερήσεις, συγκριτικά με ένα υπέργειο ορυχείο, αλλά και τα αυξημένα κόστη λόγω ανάγκης επιπρόσθετων μηχανημάτων, ώστε να παράγεται γρηγορότερα μεγαλύτερος όγκος πετρωμάτων. Τέλος, αν και τα υπόγεια ορυχεία ενέχουν μικρότερες περιβαλλοντικές απειλές, η αξιοποίησή τους μελλοντικά και ο κίνδυνος πιθανής κατάρρευσης των στοών, είναι προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Για την τρίτη κατηγορία, αυτή των υπέργειων ορυχείων που εκτείνονται αργότερα και υπογείως, ο συγγραφέας περιορίζεται σε αναφορά ορισμένων επιστημονικών συγγραμμάτων που έχουν καλύψει το ζήτημα.

Στη συνέχεια, η εργασία φτάνει στο πιο ενδιαφέρον ίσως κομμάτι της, όπου ο Shinobe έχει αναπτύξει ένα λογισμικό πρόγραμμα το οποίο εκτιμά το νεκρό σημείο των ορυχείων. Για να το υπολογίσει αυτό, πρέπει καταρχάς να δώσει τιμές σε ορισμένες μεταβλητές, όπως τον συντελεστή φορολογίας ο οποίος ενδέχεται να διαφέρει από πολιτεία σε πολιτεία (αναφέρεται στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής), το δείκτη επικαιροποίησης χρήματος, το ρυθμό απόσβεσης της επένδυσης (χρόνος που απαιτείται αλλαγή στον εξοπλισμό, στα μηχανήματα κλπ.) και άλλους δείκτες. Αφού περάσει το αρχικό στάδιο του προσδιορισμού των μεταβλητών, το πρόγραμμα ακολουθεί διαφορετικό αλγόριθμο, σε περίπτωση που το υπό εξέταση ορυχείο εκτελεί υπόγεια ή υπέργεια όρυξη. Στους αλγόριθμους αυτούς, συνυπολογίζονται όλα τα κόστη (αρχικό κόστος, κόστος λειτουργίας, κόστος συντήρησης κλπ.)

Μετά από αυτό το στάδιο, υπολογίζονται τα έσοδα των ορυχείων μετρώντας τους τόνους δολομίτη και ασβεστόλιθου που εξορύχτηκαν και την τιμή τους. Με τα στοιχεία αυτά, το πρόγραμμα συγκεντρώνει τις χρηματοροές των ορυχείων και τελικά προσφέρει σαν εξαγόμενα του προγράμματος, τις καμπύλες εσόδων και εξόδων, όπου φαίνονται καθαρά τα νεκρά σημεία των ορυχείων αλλά και το σημείο

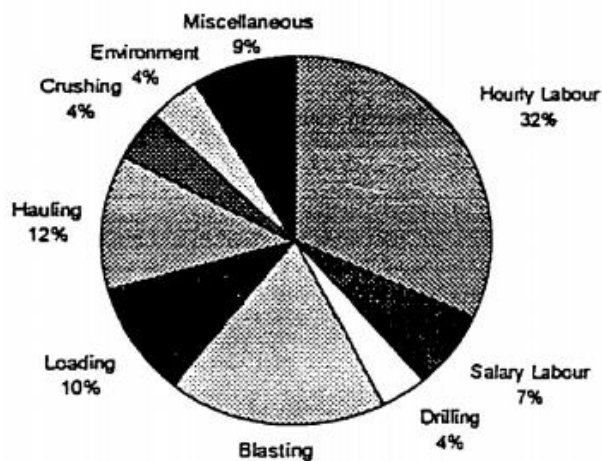
βέλτιστης λειτουργίας. Στην εικόνα 11 εικονίζονται δυο τυπικές χρηματοροές, μια για ένα υπέργειο ορυχείο και μια για ένα υπόγειο. Τα βέλη συμβολίζουν τα έξοδα των ορυχείων. Στην πρώτη περίπτωση (υπέργειο ορυχείο), έχουμε σταδιακή αύξηση των εξόδων του ορυχείου με τη πάροδο του χρόνου, ενώ στη δεύτερη περίπτωση (υπόγειο ορυχείο) εμφανίζεται υψηλότερο αρχικό κόστος, λόγω της αρχικής διάνοιξης των τούνελ, αλλά στη συνέχεια τα έξοδα διατηρούνται σταθερά.



Εικόνα 11: Χρηματοροές κόστους για ένα υπέργειο και ένα υπόγειο ορυχείο (πηγή Shinobe, 1997)

Κλείνοντας την εργασία, ο Shinobe δημιουργεί δυο σχέδια δράσης (business plans) για δυο υποθετικά ορυχεία, το ένα υπέργειο και το άλλο υπόγειο. Το βάθος χρόνου που καλύπτει η μελέτη του αγγίζει τη δεκαετία, με τα πρώτα πέντε χρόνια να υπάρχει μεγάλη διακύμανση στα έξοδα, λόγω αγοράς εξοπλισμού αλλά και των εργασιών που απαιτούνται. Στη συνέχεια όμως οι χρηματορροές ομαλοποιούνται και τα ορυχεία παρουσιάζουν

συνεχή κερδοφορία. Χρησιμοποιώντας τα συγκεκριμένα οικονομικά στοιχεία, ο συγγραφέας υπολογίζει τα νεκρά σημεία των ορυχείων, με βάση το λογισμικό που ο ίδιος ανέπτυξε. Τα συμπεράσματα είναι πως ένα υπέργειο ορυχείο είναι περισσότερο επικερδές από



Εικόνα 12: Κατηγορίες εξόδων και η συνολική ποσοστιαία συμμετοχή τους στα συνολικά έξοδα (πηγή Shinobe, 1997)

ένα υπόγειο κατά τα έξι πρώτα χρόνια λειτουργίας του, ενώ στη συνέχεια το υπόγειο ορυχείο καταφέρνει να βελτιώσει το λόγο των εσόδων προς τα έξοδά του και σταδιακά αποκτά μεγαλύτερη κερδοφορία. Από την παραπάνω παρατήρηση, ο συγγραφέας συμπεραίνει πως το υπέργειο ορυχείο μετά από έξι χρόνια θα έπρεπε να αναπτυχθεί και υπογειώς, για να διατηρήσει την υψηλή κερδοφορία του.

Στα δύο παραπάνω επιστημονικά κείμενα, παρουσιάστηκαν περιπτώσεις ανάλυσης εγκαταστάσεων που έχουν ήδη υλοποιηθεί. Η κατηγορία αυτών των άρθρων παρουσιάζει πλεονέκτημα, κυρίως χάρη στο γεγονός πως είναι ευκολότερο να συγκεντρωθούν στοιχεία, καθώς οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν ήδη χρηματορροές που μπορεί κανείς να αναλύσει και να βγάλει συμπεράσματα. Ταυτόχρονα όμως, το μειονέκτημά τους είναι πως δεν είναι εφικτό να γίνουν σημαντικές διορθώσεις στις εγκαταστάσεις αυτές, ακόμα και εάν η μελέτη υποδεικνύει έναν ξεκάθαρο τρόπο για βελτίωση της υπάρχουσας εγκατάστασης. Για παράδειγμα, είναι εύκολο να μελετηθούν τα οικονομικά στοιχεία του ορυχείου της περιοχής Asikoy, καθώς τα οικονομικά στοιχεία είναι υπαρκτά (αρκεί κανείς να έχει πρόσβαση σε αυτά). Αν όμως

από τη μελέτη αποδειχθεί πως η πλέον προσοδοφόρα λύση είναι η διάνοιξη διαφορετικής στοάς από αυτή που ανοίχθηκε, είναι μάλλον απίθανο να εφαρμοστεί μια τέτοια λύση. Ομοίως, ένα σχέδιο δράσης (business plan) το οποίο θα συγκεντρώσει τα οικονομικά δεδομένα ενός υπάρχοντος ορυχείου (κόστη εξοπλισμού, εργασιών, λειτουργικά έξοδα κλπ.) και θα υποδείξει πως το συγκεκριμένο ορυχείο λειτουργεί με μεγαλύτερη κερδοφορία χρησιμοποιώντας μόνο τα μισά εκσκαφτικά μηχανήματα, το επιπρόσθετο κόστος αγοράς των παραπάνω μηχανημάτων έχει ήδη πραγματοποιηθεί και έτσι η συγκεκριμένη γνώση δεν μπορεί να προσφέρει κάτι ουσιαστικό.

Αντίθετα, μια μελέτη πάνω σε μια υποθετική εγκατάσταση ή επένδυση, μπορεί να φέρει στο φως επιλογές και λύσεις που δεν είχαν εξεταστεί προηγουμένως και να οδηγήσει σε διαφοροποίηση της τελικής πρότασης. Η δυσκολία είναι στη προσέγγιση των απαραίτητων εκείνων στοιχείων για την ολοκλήρωση της μελέτης, στοιχεία τα οποία είναι υποθετικά, αφού μέχρι την έναρξη της λειτουργίας μιας εγκατάστασης κανείς δεν μπορεί να είναι απόλυτα βέβαιος για την εξέλιξη των οικονομικών μεγεθών. Για παράδειγμα, μια επένδυση που εξετάζεται σήμερα, μπορεί να λάβει υπ' όψιν της μικρότερο κόστος δανεισμού ή χαμηλότερη φορολογία ή ακόμα και μικρότερο αρχικό κόστος, κόστος λειτουργίας, συντήρησης κλπ. Αυτές οι αστοχίες θα οδηγήσουν σε ένα οικονομικό αποτέλεσμα το οποίο θα διαφέρει από το πραγματικό, σε περίπτωση υλοποίησης της συγκεκριμένης λύσης. Η αστοχία αυτή μπορεί να αποδειχθεί εξαιρετικά ζημιόγωνα, κάτι που αποτελεί συχνό πρόβλημα στις αξιολογήσεις και στις μελέτες των επενδύσεων.

Το επόμενο επιστημονικό σύγγραμμα, αποτελεί ακόμα μια διπλωματική εργασία που εστιάζει στην οικονομική ανάλυση της εξορυκτικής δραστηριότητας. Η διπλωματική αυτή συγγράφηκε από τον Debasish Mohapatra, υπό την αιγίδα του εθνικού ινστιτούτου τεχνολογίας της Rourkela της Ινδίας ([Investment analysis in mining industry, Mohapatra, National Institute of Technology, Rourkela, 2009](#)). Στην συγκεκριμένη διπλωματική, μετά τα πρώτα κεφάλαια που εστιάζονται στην επεξήγηση των βασικών οικονομικών εργαλείων (όπως ο δείκτης απαξίωσης χρήματος για τη μεταφορά μελλοντικών χρηματορροών στο παρόν, που χρησιμοποιείται στη μέθοδο της παρούσας αξίας ή οι τεχνικές αποτίμησης των

μεταβλητών όπως εργατικό κόστος, κόστος δανεισμού κ.α.), γίνεται εκτενής αναφορά στη διεθνή βιβλιογραφία, όπου και αναλύονται οι τεχνικές εξόρυξης με τρόπο παρόμοιο αυτού της εργασίας του Shinobe.

Το πρώτο σημείο στο οποίο διαφοροποιείται η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, είναι η αναφορά στη διαχείριση του ρίσκου ενός ορυχείου, ένα κεφάλαιο πολύ βασικό στη σύγχρονη οικονομική διαχείριση μιας επένδυσης τόσο μεγάλης όπως ένα ορυχείο. Στην ουσία, ο Mohapatra αναλύει όλες τις τεχνικές και λογιστικές δικλείδες, που χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες οι οποίες διαχειρίζονται μεγάλα ορυχεία, όπως φορολόγηση μετά τις πωλήσεις, φοροελαφρύνσεις, τεχνικές για μείωση του κινδύνου κλπ. Ένα στοιχείο που εξάγεται σαν συμπέρασμα από τη διπλωματική εργασία, είναι πως οι ιδιοκτήτες των ορυχείων προσπαθούν να λειτουργούν την εγκατάσταση με πιθανότητα κέρδους 95% (ποσοστό ιδιαίτερα υψηλό), ενώ η πιθανότητα κέρδους των περισσότερων ορυχείων στην πραγματικότητα αγγίζει το 90%.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, ο Mohapatra αναλύει μια περίπτωση εφαρμογής (case study), στην οποία εξετάζει την επέκταση του ορυχείου Bhubaneswari. Μετά την σύντομη περιγραφή της περιοχής και των κοιτασμάτων άνθρακα που εντοπίζονται εκεί, ο συγγραφέας δημιουργεί ένα πλάνο δράσης. Από αυτό εξάγεται το συμπέρασμα, πως μια τέτοια κίνηση θα είχε νεκρό σημείο στα 7 χρόνια λειτουργίας και θα διατηρούσε τη κερδοφορία της για τα επόμενα 18 χρόνια (συνολικός χρόνος λειτουργίας τα 25 χρόνια). Κατά την ανάλυση των οικονομικών δεδομένων του σχεδίου δράσης, ο συγγραφέας αναπτύσσει ένα σύνολο αλγορίθμων για την εξεύρεση του συνολικού κέρδους, τη μεταφορά χρηματορροών από το μέλλον στο παρόν και τους δείκτες κερδοφορίας (όπως ο δείκτης απόδοσης επένδυσης).

Η διπλωματική αυτή εργασία, ανήκει στη κατηγορία της εξέτασης ενός υποθετικού σεναρίου και ενδέχεται να υπάρχουν αποκλίσεις στα κόστη, σε περίπτωση που η ιδιοκτήτρια εταιρεία αποφάσιζε να προχωρήσει σε μια τέτοια επένδυση. Η θεωρητική όμως προσέγγιση αυτής της επένδυσης, μπορεί να δώσει μια πρώτη εκτίμηση στον αναγνώστη, σχετικά με τις προοπτικές κερδοφορίας της. Ακόμη,

οικονομικά τα δεδομένα είναι εύκολο να διορθωθούν, σε περίπτωση που παρατηρηθούν διαφορές ανάμεσα στις αρχικές υποθέσεις και στην πραγματικότητα.

Το τελευταίο άρθρο, που θα εξεταστεί σε αυτή την ενότητα, είναι το άρθρο των Lilford και Minnitt ([Lilford and Minnitt, 2005](#)). Το άρθρο αυτό, αποτελεί μια μελέτη πιο κοντά στη λογική της παρούσας διπλωματικής, καθώς καταπιάνεται με το ζήτημα των πολλαπλών μεθόδων αξιολόγησης, όσον αφορά τους ορυκτούς πόρους. Οι συγγραφείς του άρθρου προχωρούν σε μια πολύ ενδιαφέρουσα ανάλυση διαφορετικών τεχνικών και μεθοδολογιών αποτίμησης. Πιο συγκεκριμένα, οι μέθοδοι αξιολόγησης που αναλύονται στο συγκεκριμένο άρθρο χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, αυτή της προσέγγισης της αγοράς (market approach), αυτή της προσέγγισης του κόστους (cost approach) και αυτή της προσέγγισης των εσόδων (income approach). Στην πρώτη κατηγορία (αυτή της προσέγγισης της αγοράς), αναφέρονται τρεις διαφορετικές τεχνικές: η τεχνική που ο ίδιος ο Lilford ανέπτυξε λίγα χρόνια πριν ([Lilford, 2004](#)), η μέθοδος Kilburn ([Kilburn, 1990](#)) και η μετρική μέθοδος, που συγκρίνει τιμή ανά μονάδα όγκου (για παράδειγμα €/τόνο ορυκτού). Στη δεύτερη κατηγορία (αυτή της προσέγγισης του κόστους) αναφέρεται η μέθοδος ανάλυσης των εξόδων. Τέλος, στη τρίτη κατηγορία μεθόδων αξιολόγησης που εξετάζει την προσέγγιση εσόδων, αναλύονται οι μέθοδοι μειωμένων χρηματοροών (discounted cash flow), η μέθοδος ανάλυσης του ακραίου περιθωρίου (tail margin analysis), η οποία βασίζεται επίσης στην ανάλυση χρηματοροών και η τεχνική επιλεγόμενης κοστολόγησης (option pricing technique).

Όλες αυτές οι τεχνικές και μέθοδοι, μπορούν να προσφέρουν μια οικονομική ανάλυση της επένδυσης που σχετίζεται με την εξόρυξη ορυκτών, ενώ κάθε μια παρουσιάζει διαφορές από τις υπόλοιπες σε μικρό ή μεγάλο βαθμό. Για την σύγκριση των επτά αυτών μεθόδων, οι Lilford και Minnitt εξετάζουν πέντε διαφορετικές επενδύσεις που τοποθετούνται στη Νότιο Αφρική και σχετίζονται με εξορύξεις χρυσού. Έτσι, μπορούν να εξετάσουν τις αποκλίσεις μεταξύ των αποτελεσμάτων. Οι επενδύσεις αυτές είναι οι εξής:

- ❖ Η εξερεύνηση ενός αναξιοποίητου κοιτάσματος
- ❖ Η αναγνώριση και μερική αποτίμηση ενός κοιτάσματος

- ❖ Η αξιοποίηση ενός εξορυχθέντος ορυκτού
- ❖ Η αξιοποίηση ενός μερικώς ανεπτυγμένου ορυχείου
- ❖ Η αξιοποίηση ενός πλήρως λειτουργικού ορυχείου

Για τις ανάγκες του άρθρου, οι συγγραφείς κάνουν ορισμένες εκτιμήσεις, σχετικά με το μέγεθος του κοιτάσματος, το βάθος αυτού, την κατηγοριοποίησή του, την εγγύτητα με οδικό δίκτυο και άλλες μεταβλητές των επενδύσεων. Οι μεταβλητές αυτές μένουν σταθερές για όλες τις μεθόδους αποτίμησης της επένδυσης.

Στη συνέχεια, ξεκινούν τη διαδικασία αποτίμησης των κοιτασμάτων με κάθε μια από τις προαναφερθείσες μεθόδους. Το δημοσιευμένο άρθρο δεν αναπτύσσει πλήρως τις αξιολογήσεις αυτές, προσφέρει όμως πίνακες στους οποίους περιέχονται ορισμένα βήματα, πάνω στα οποία στηρίζεται η κάθε μέθοδος, ώστε να φτάσει στην αποτίμηση της τελικής αξίας της επένδυσης. Ταυτόχρονα, το άρθρο τονίζει τις διαφορές που εμφανίζονται ανάμεσα στις μεθόδους αξιολόγησης. Για παράδειγμα, μεταξύ της μεθόδου Lilford και της μεθόδου Kilburn υπάρχουν πολλές ομοιότητες, αλλά και αρκετές διαφορές. Η μέθοδος Lilford στηρίζει την αξιολόγησή της σε τρεις κατηγορίες, οι οποίες είναι όμοιες με τη μέθοδο Kilburn (όγκος και ποιότητα του κοιτάσματος, γεωφυσικές και γεωτεχνικές ιδιότητες του ορυκτού, καθώς και η ύπαρξη ευνοϊκού εδάφους πλησίον του ορυκτού). Όμως, οι διαφοροποιήσεις της επένδυσης σε αυτές τις τρεις κατηγορίες, στη μέθοδο Lilford, μπορούν να πάρουν μεγαλύτερο εύρος τιμών, προσφέροντας έτσι πιο αναλυτική αξιολόγηση, συγκριτικά με τη μέθοδο Kilburn. Σε αντίθεση, η μέθοδος Kilburn στηρίζεται σε τέσσερις διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις (τρεις κοινές με τη μέθοδο Lilford, συν την κατηγορία των ευνοϊκών γεωλογικών μοτίβων, που προοιωνίζουν επιπρόσθετη οικονομική επιτυχία στη περιοχή).

Επιπλέον, το άρθρο αυτό στηρίζεται σε αρκετά ακόμα άρθρα τα οποία ασχολούνται με την ανάλυση των τεχνικών και μεθοδολογιών αποτίμησης ορυκτών πόρων, προσφέροντας έτσι στον αναγνώστη τη δυνατότητα να ανατρέξει στη διεθνή βιβλιογραφία, ώστε να μπορέσει να βρει επιπρόσθετες πληροφορίες για κάθε μια από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο άρθρο.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται εδώ έχουν μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς οι συγγραφείς αναγνωρίζουν ότι καμία μέθοδος δεν είναι καταλληλότερη από κάποια άλλη, αφού το πιο κρίσιμο στοιχείο κατά τη διάρκεια μιας αξιολόγησης, είναι οι διαθέσιμες πληροφορίες που υπάρχουν, αλλά και ο ίδιος ο αξιολογητής. Όσο περισσότερες έγκυρες πληροφορίες έχει ο αξιολογητής στα χέρια του, τόσο πιο έγκυρη θα είναι και η συνολική αξιολόγηση της επένδυσης. Ταυτόχρονα, μια μη-έγκυρη πληροφορία μπορεί να ανατρέψει ολόκληρη την αξιολόγηση και να οδηγήσει τους ενδιαφερόμενους επενδυτές σε λήψη λανθασμένων αποφάσεων. Είναι, λοιπόν, καθήκον του αξιολογητή να ελέγξει την ποιότητα και την ορθότητα των δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει στις αποτιμήσεις του.

Όσον αφορά τον αξιολογητή πρέπει, πέρα από το γεγονός του να είναι πολύ προσεκτικός σχετικά με τα δεδομένα που θα αξιοποιήσει, να είναι και σε θέση να χρησιμοποιήσει την κατάλληλη μέθοδο στην εκάστοτε περίπτωση. Αυτό είναι εύκολα κατανοητό, καθώς κάθε μέθοδος αξιολόγησης εμφανίζει δυνατά και αδύναμα σημεία, που στηρίζονται σε διαφορετικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, αν συγκρίνουμε μια μέθοδο που δίνει ιδιαίτερο βάρος στον όγκο και την ποιότητα του ορυκτού, με μια μέθοδο που δίνει βάρος στην ύπαρξη υποδομών πλησίον της εξορυκτικής περιοχής. Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν δεδομένα για την ποσότητα του ορυκτού, η πρώτη μέθοδος ενδέχεται να μας οδηγήσει σε ασαφή αποτελέσματα. Αν όμως, η πληροφορία σχετικά με την κατασκευή οδικού δικτύου πλησίον της περιοχής που θα πραγματοποιηθεί η επένδυση εξόρυξης δεν είναι βέβαιη, μπορεί να οδηγήσει σε λάθος εκτίμηση, ανάμεσα στις δύο μεθόδους αξιολόγησης. Συνεπώς, ο αξιολογητής, με τα δεδομένα που έχει και μπορεί να συλλέξει, πρέπει να είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει την κατάλληλη εκείνη μέθοδο, η οποία θα τον οδηγήσει στην εγκυρότερη τιμή της αξίας της επένδυσης.

Στην εικόνα 13 εμφανίζονται συνοπτικά, τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα του άρθρου των Lilford και Minnitt. Μπορεί κανείς να δει, στην πρώτη οριζόντια στήλη του πίνακα XVII, τις έξι βασικές παραμέτρους, που οι συγγραφείς αναγνώρισαν ως σημαντικότερες στη διαδικασία αποτίμησης ενός ορυκτού πόρου: εμπορική αξία ορυκτού, συναλλαγματική ισοτιμία, τεχνικές πληροφορίες, οικονομικές πληροφορίες, συγκριτικές συναλλαγές, αβεβαιότητα ρίσκου. Από κάτω σημειώνεται

ποιες μέθοδοι συνυπολογίζουν τη συγκεκριμένη παράμετρο στους υπολογισμούς τους. Τέλος, στον πίνακα ΧΙΧ μπορεί κανείς να δει τα αποτελέσματα των μεθοδολογιών, στην αποτίμηση της αξίας της κάθε επένδυσης. Εύκολα παρατηρεί κάποιος, πως υπάρχουν πολύ μεγάλες αποκλίσεις, στις τιμές που δίνουν σαν αποτέλεσμα οι διαφορετικές μέθοδοι. Για το πρώτο εγχείρημα, η αποτίμηση της αξίας κυμαίνεται από 9,6 μέχρι και 81,1 εκατομμύρια δολάρια, για το δεύτερο από 24,8 μέχρι 612,3, για το τρίτο από 36,4 μέχρι 618,5, για το τέταρτο από 174 μέχρι 31.668 και για το πέμπτο από 28,29 μέχρι 1.453,8!

Methodology	Commodity prices	Exchange rate	Technical information	Economic information	Comparative transactions	Uncertainty risk
DCF NPV	✓	✓	✓	✓	x	✓
Differential discounting	✓	✓	✓	✓	x	✓
Tail margin	✓	✓	✓	✓	x	✓
Real options	x	x	✓	✓	x	x
Black-Scholes option pricing	x	x	✓	✓	x	x
Binomial tree	✓	✓	✓	✓	x	✓
Monte Carlo simulation	✓	✓	✓	✓	x	✓
Lilford TEM	x	x	✓	x	✓	x
US\$/oz	x	x	✓	x	✓	x
Exploration expenditure	x	x	✓	x	x	x
Farm-in analysis	✓	✓	✓	✓	x	x

Project	Values (P'millions)						
	Kilburn	US\$/oz	MEEExp	DCF NPV	Tail Margin	Option Pricing	Lilford TEM
A	35.9	81.1	9.6	-	-	-	20.6
B	80.9	408.0	24.8	371.312%	-	612.312%	168.0
C	613.9	618.5	43.5	36.410%	125.510%	458.310%	39.2
D	3 645.4	31 668.0	174.0	3 514.27%	2 995.67%	2 596.07%	249.4
E	467.7	1 453.8	52.2	481.78%	537.48%	683.78%	29.25

xxx.x % indicates the real discount rate used in the cash flow
MEEExp is the Multiples of Exploration Expenditure method

Εικόνα 13: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα του άρθρου των Lilford και Minnitt (πηγή Lilford and Minnitt, 2005)

Οι αποκλίσεις αυτές είναι αποτέλεσμα πολλών διαφορετικών παραγόντων, όμως οι σημαντικότερες αιτίες είναι, πρώτον η ακρίβεια και η εγκυρότητα των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν στην εκάστοτε μέθοδο και δεύτερον η κρίση του αξιολογητή. Επιπρόσθετα, οι παραπάνω αποκλίσεις είναι ένα σημαντικό πρόβλημα στον χώρο των επενδύσεων, καθώς δημιουργούν δυο διαφορετικές εικόνες, οι οποίες φυσικά δεν είναι δυνατόν να συνυπάρχουν ταυτοχρόνως. Πολλές φορές όμως, ο επενδυτής έχει συμφέρον να αποδείξει πως η αξία της επένδυσης που σκοπεύει να κάνει είναι

μικρότερη, ώστε να αγοράσει πιθανότατα σε χαμηλότερη τιμή (αγορά γης, υποδομής κλπ.) ενώ στον αντίποδα, ο πωλητής (συχνά κρατικός φορέας) έχει αξιολογήσει την αξία της επένδυσης πολύ ακριβότερα, με σκοπό να ανεβάσει την αγοραστική αξία των ακινήτων.

Κάποια επιπρόσθετα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν σχετικά με τις διαφορετικές κατηγοριοποιήσεις των μεθόδων, είναι πως η ανάλυση με βάση αξιολογήσεις οι οποίες στηρίζονται στην προσέγγιση της αγοράς, σχετίζεται με το ιστορικό των τιμών της αγοράς του εκάστοτε ορυκτού. Στον πυρήνα αυτής της διεργασίας, βρίσκεται ο νόμος της αγοράς και της ζήτησης. Οι μεθοδολογίες που ακολουθούν την ανάλυση με βάση την προσέγγιση του κόστους, συνήθως είναι απλές μέθοδοι που βασίζονται σε καταγραφή όλων των εξόδων εξόρυξης. Η απλότητά τους μπορεί να προσφέρει μια γρήγορη και εύκολη εικόνα, το μειονέκτημα όμως αυτών των μεθόδων αποτίμησης είναι, πως δεν μπορούν να προβλέψουν με ακρίβεια την αξία της επένδυσης. Κι αυτό γιατί δεν εμπεριέχουν στη μεθοδολογία αποτίμησης, πολλές βασικές παραμέτρους που επηρεάζουν την αξία ενός ορυκτού, όπως την ποιότητα του ορυκτού, τις φυσικές και χημικές του ιδιότητες κλπ. Τέλος, για τις μεθόδους που στηρίζονται στην ανάλυση με βάση την προσέγγιση εσόδων, υπογραμμίζεται πως είναι οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι, ενώ ταυτόχρονα οι περισσότεροι ερευνητές ασχολούνται με τη βελτίωση και τη δημιουργία νέων μοντέλων που βασίζονται σε αυτή τη κατηγορία. Έτσι αναμένεται, οι μεθοδολογίες που εμπίπτουν σε αυτή τη κατηγορία, να επικρατήσουν τα επόμενα χρόνια.

Με αυτό το άρθρο ολοκληρώνεται η αναφορά στη διεθνή βιβλιογραφία, που καλύπτει την πρακτική εφαρμογή τεχνικών αποτίμησης της αξίας των επενδύσεων. Παρατηρείται πως η πλειοψηφία των άρθρων που ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία, αφορούν εκμετάλλευση ορυκτών πόρων και ορυχείων εν γένει, γεγονός που είναι λογικό, αν σκεφτεί κανείς πως η συντριπτική πλειοψηφία των έργων σε υπόγειο χώρο μέχρι στιγμής, αφορούν την εξορυκτική δραστηριότητα όπως παρουσιάστηκε και στο κεφάλαιο 3.

Η ενότητα αυτή έδωσε στοιχεία της διεθνούς βιβλιογραφίας, για πρακτικές εφαρμογές σχετικές με την αξία της αποτίμησης – είτε για τη θεωρητική

αντιμετώπιση επενδύσεων, είτε για την αξιολόγηση υπαρχόντων υποδομών. Με αυτό τον τρόπο, γίνεται μια γεφύρωση ανάμεσα στα άρθρα που επιλέχθηκαν και αναπτύχθηκαν στη παρούσα διπλωματική και τα οποία κάλυπταν τη θεωρητική προσέγγιση αξιολόγησης επενδύσεων σε υπόγειο χώρο, με το 5^ο κεφάλαιο που αποτελεί την περίπτωση εφαρμογής.

Κεφάλαιο 5^ο: Περίπτωση Εφαρμογής – Υπόγειος Χώρος Ταφής Αποβλήτων στο Λαύριο

5.1 Περιγραφή της Υποδομής

Ο υπόγειος χώρος ταφής επικίνδυνων αποβλήτων στο Λαύριο, εμπεριέχεται στο τεχνολογικό και πολιτιστικό πάρκο του Λαυρίου και βρίσκεται σε τοποθεσία που από τα αρχαία χρόνια υπήρχε έντονη εξορυκτική δραστηριότητα. Οι αρχαίοι Έλληνες, έχοντας εντοπίσει ορύγματα ασημιού στην περιοχή, ξεκίνησαν τις δραστηριότητες εξόρυξης εκεί, οι οποίες συνεχίστηκαν για πολλά χρόνια. Κατά το 19^ο αιώνα, η εξορυκτική δραστηριότητα εστιάστηκε στην προσπάθεια εξόρυξης μολύβδου. Όλη αυτή η δράση φυσικά άφησε το δικό της αποτύπωμα στην περιοχή. Το έδαφος βρισκόταν σε κάκιστη κατάσταση, γεμάτο από υλικά αποβλήτων της εξορυκτικής δραστηριότητας, ενώ απαιτούνταν εντατικές προσπάθειες για την εξυγίανση της περιοχής, καθώς τα υψηλά ποσοστά μολύβδου, αρσενικού, ψευδαργύρου, καδμίου και χαλκού δημιουργούσαν μεγάλες ανησυχίες για την υγεία των κατοίκων στις κοντινότερες περιοχές.

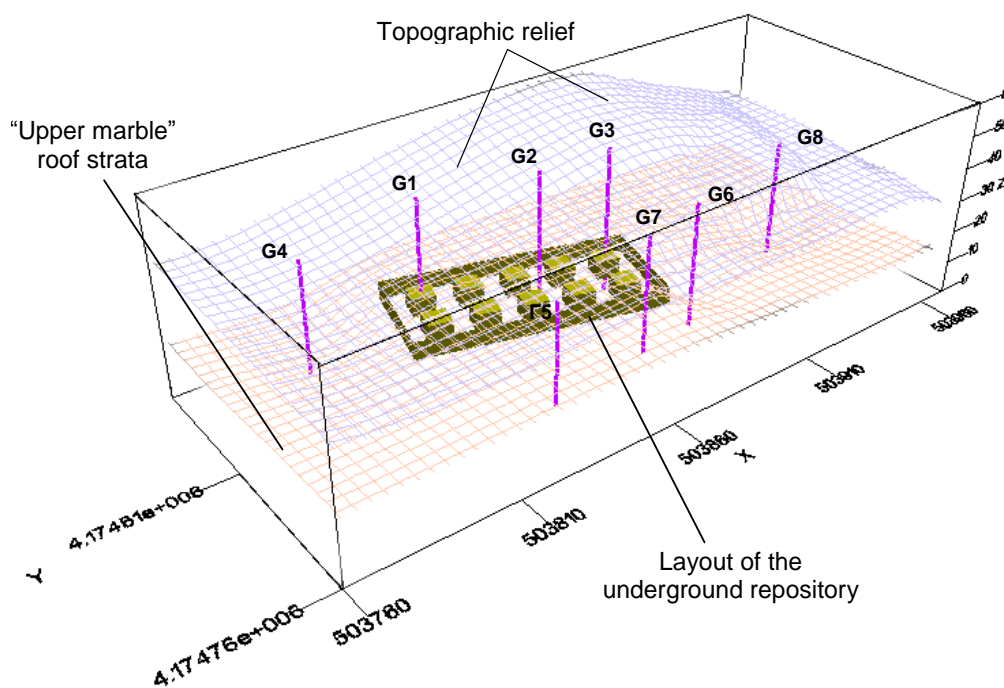
Με την ολοκλήρωση της κατασκευής του τεχνολογικού και πολιτισμικού πάρκου του Λαυρίου, αποκαταστάθηκε μια μεγάλη περιοχή και 115.000 κυβικά μέτρα μολυσμένου εδάφους επιχωματώθηκαν σε ειδική εγκατάσταση. Ταυτόχρονα, σημαντικές προσπάθειες έγιναν για την αποκατάσταση του κτιρίου του Κονοφάγου, ενός κτιρίου που λειτουργούσε σαν αποθηκευτικός χώρος των πλέον επικίνδυνων αποβλήτων. Το κτίριο αυτό, τα τελευταία χρόνια πριν την ανασύλωσή του βρισκόταν σε ετοιμόρροπη κατάσταση και μια πιθανή καταστροφή του, θα είχε σαν συνέπεια να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα πολλοί τόνοι άκρως επικίνδυνων ουσιών. Πλέον, το κτίριο του Κονοφάγου (εικ. 14) είναι αναστυλωμένο, αν και ακόμα θεωρείται πλήρως μολυσμένο, καθώς είναι καλυμμένο με σκόνη που περιέχει μεγάλη ποσότητα αρσενικού (Kaliampakos et al., 2009).



Εικόνα 14: Το κτίριο του Κονοφάγου. (Δ.-Μ. Μαυρομιχάλη με τίτλο «Κοστολόγηση κατασκευής υπογείου χώρου αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων στο Τ.Π.Π.Α.», 2010)

Για τις ανάγκες της αποθήκευσης των επικίνδυνων ουσιών που βρίσκονταν σωρευμένες στο κτίριο του Κονοφάγου, κατασκευάστηκε ένας υπόγειος σταθμός αποθήκευσης επικίνδυνων ουσιών στην περιοχή, μεγέθους 2.000 τετραγωνικών μέτρων και χωρητικότητας 5.000 τόνων. Η κατασκευή φαίνεται σε τρισδιάστατη μορφή στην εικόνα 15. Οι εργασίες ξεκίνησαν στις αρχές του 2007 και ολοκληρώθηκαν στα μέσα του 2009. Το συνολικό κόστος της κατασκευής ανήλθε στα 2.800.000€, εκ των οποίων τα 2.000.000€ δαπανήθηκαν για την εκσκαφή και τα 800.000€ για τις ηλεκτρολογικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις, ενώ το κόστος της μελέτης ανήλθε στα 300.000€. Για τις λεπτομέρειες της κατασκευής, η παρούσα διπλωματική προμηθεύτηκε τα δεδομένα από τον καθηγητή κ. Ανδρέα Μπενάρδο και από τη διπλωματική εργασία του κ. Δ.-Μ. Μαυρομιχάλη με τίτλο «Κοστολόγηση κατασκευής υπογείου χώρου αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων στο Τ.Π.Π.Α.», 2010. Για οποιαδήποτε διευκρίνιση ή επιπρόσθετες πληροφορίες για το εν λόγω έργο αναζητά ο αναγνώστης, μπορεί να ανατρέξει στις παραπάνω πηγές.

Επίσης, τονίζεται πως αυτό ήταν το πρώτο υπόγειο έργο στην Ελλάδα, που κατασκευάστηκε αποκλειστικά για την αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών στο υπέδαφος. Μέχρι στιγμής, οι χώροι αποθήκευσης τέτοιων ουσιών στον ελληνικό χώρο, πριν την χρήση τους σαν αποθηκευτικοί σταθμοί, ήταν εγκαταλελειμμένα ορυχεία, τα οποία είχαν εκπληρώσει το σκοπό της ύπαρξής τους. Κατόπιν, άλλαζαν χρήση και συνέχιζαν τη λειτουργία τους σαν αποθηκευτικοί χώροι μολυσμένων εδαφών και επικίνδυνων ουσιών.



Εικόνα 15: Τρισδιάστατη άποψη της υπόγειας αποθήκης επικίνδυνων αποβλήτων όσον αφορά τις ερευνητικές γεωτρήσεις και το στρώμα οροφής "ανώτερου μαρμάρου" (Μπενάρδος & Καλιαμπάκος, 2006)

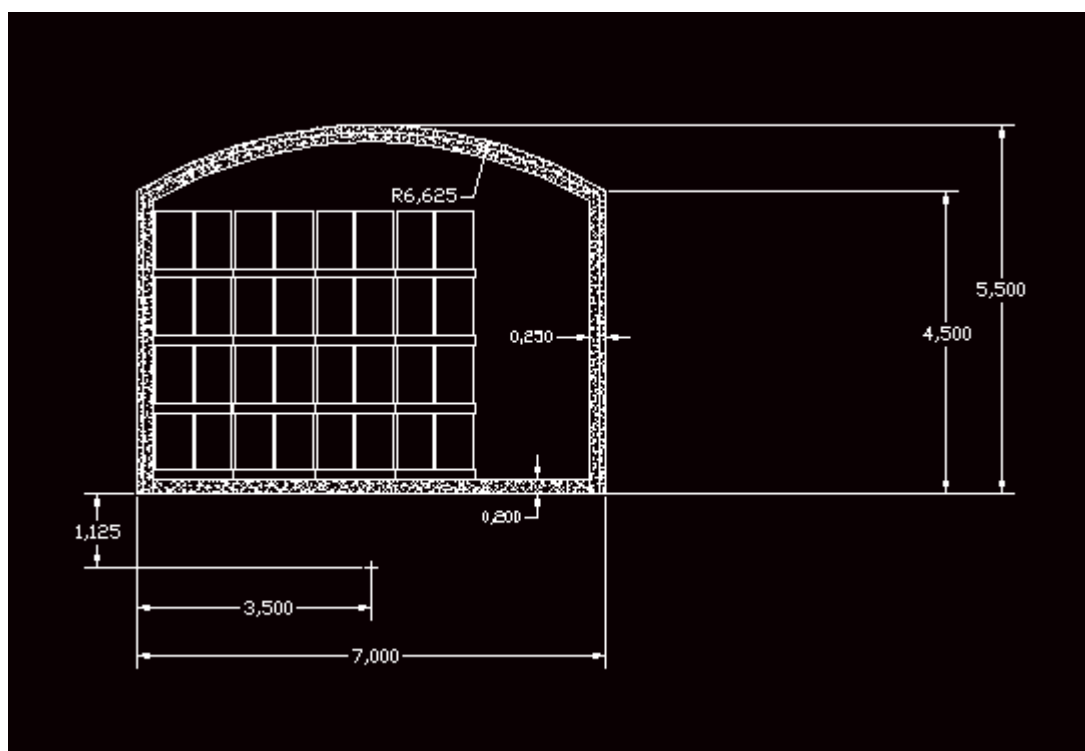
Ακόμα ένα χαρακτηριστικό του συγκεκριμένου έργου, είναι η τοποθεσία η οποία επιλέχθηκε για να κατασκευαστεί. Το υπέδαφος της περιοχής αποτελείται από ελαφρώς μεταμορφωμένα μάρμαρα και άλλους γεωλογικούς σχηματισμούς, μεταξύ των οποίων και στρώσεις πράσινου σχιστόλιθου και αργιλικά στρώματα σχιστόλιθου, σχηματισμοί οι οποίοι παρουσιάζουν ιδιαίτερες στεγανωτικές ιδιότητες και ενισχύουν σημαντικά την ασφάλεια των συνθηκών αποθήκευσης. Σε περίπτωση που

η κατασκευή αυτή κατασκευαζόταν υπεργείως, τα έξοδα που θα απαιτούνταν για να καλυφθούν οι ίδιες ασφαλείς συνθήκες φύλαξης θα ήταν υπέρογκα.

Τέλος, δεδομένου ότι στη περιοχή προϋπήρχαν επικίνδυνες ουσίες, αποφεύγεται το επιπρόσθετο κόστος μεταφοράς, που θα προέκυπτε εάν η τοποθεσία κατασκευής του σταθμού αποφαιζόταν να πραγματοποιηθεί αλλού. Έτσι, η παρούσα κατασκευή αποτελούσε την πλέον συμφέρουσα λύση, στο πρόβλημα αποθήκευσης των επικίνδυνων ουσιών του Λαυρίου.

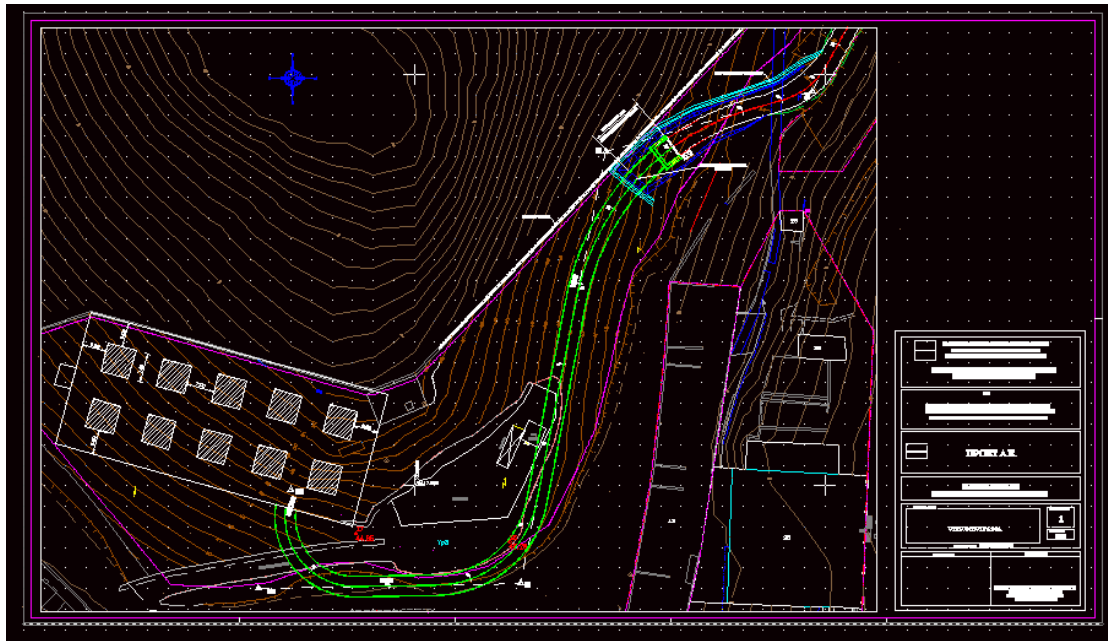
Στις εικόνες 16, 17, 18 και 19 εμφανίζονται κάποια σχέδια της κατασκευής του υπογείου σταθμού αποβλήτων στο Λαύριο.

Πιο αναλυτικά, στην εικόνα 16 παρουσιάζεται μια τομή της υποδομής.



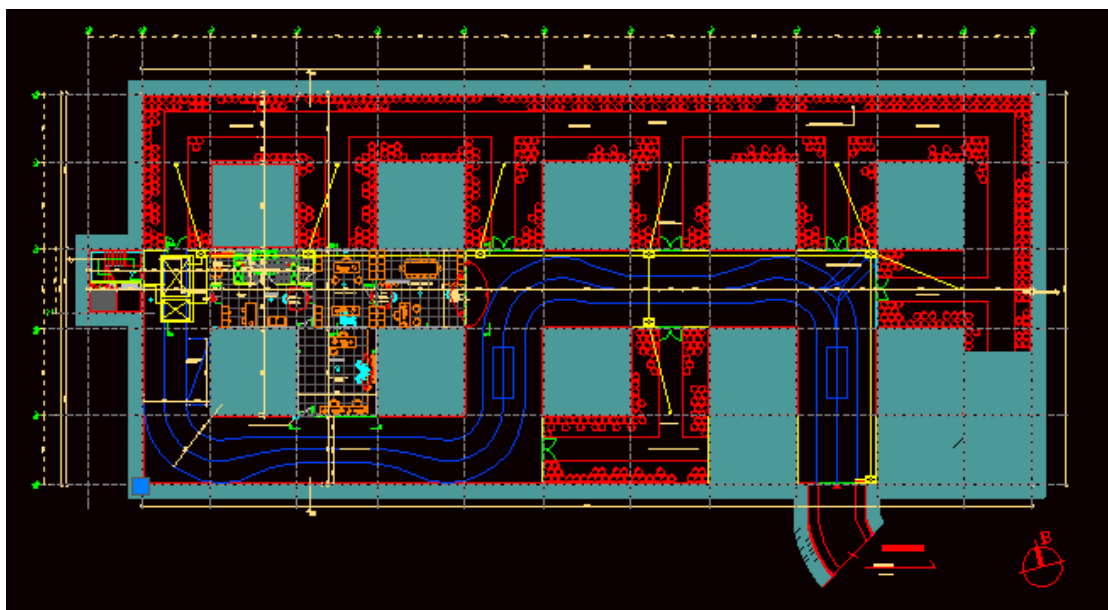
Εικόνα 16: Εγκάρσια τομή του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο

Στην εικόνα 17 διακρίνεται το τοπογραφικό διάγραμμα της περιοχής με σημειωμένη τη θέση του υπόγειου χώρου αποθήκευσης.



Εικόνα 17: Κάτοψη του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο και περιβάλλοντος χώρου

Στην εικόνα 18 εμφανίζεται η κάτοψη του σταθμού, ενώ διακρίνονται με γαλάζιο χρώμα οι προβλεπόμενες κινήσεις των μηχανημάτων, που θα είναι υπεύθυνα για την αποθήκευση των επικίνδυνων αποβλήτων.



Εικόνα 18: Κάτοψη του κτιρίου αποθήκευσης αποβλήτων στο Λαύριο με λεπτομέρεια κίνησης των μηχανημάτων στο εσωτερικό του

Τέλος, στην εικόνα 19 περιέχεται μια αεροφωτογραφία της περιοχής, στην οποία έχει σημειωθεί η υπόγεια θέση του κτιρίου. Ταυτόχρονα, με πράσινο χρώμα μπορεί να διακριθεί και η ράμπα εισόδου των μηχανημάτων στον υπόγειο χώρο.



Εικόνα 19: Δορυφορική εικόνα της περιοχής. Σημειώνεται η θέση του υπογείου χώρου αποθήκευσης αποβλήτων και η ράμπα εισόδου στο κτίριο

5.2 Μέθοδοι αποτίμησης της αξίας της επένδυσης

Για την εύρεση της λογιστικής αξίας της υπόγειας επένδυσης, μπορεί να χρησιμοποιηθούν αρκετοί τρόποι υπολογισμού. Ενδεχομένως, ο πιο εύκολος από τους τρόπους υπολογισμού να είναι το Κόστος Κατασκευής της εγκατάστασης (ή διεθνώς Book Value). Στη μέθοδο που στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρεται σαν Book Value, πέραν του αυτού καθ' εαυτού κόστους κατασκευής, συμπεριλαμβάνεται και το κόστος επαναφοράς της επένδυσης στην αρχική της κατάσταση, καθώς και το κόστος συντήρησης της εγκατάστασης.

$$\text{Κόστος Κατασκευής (Book Value)} = \text{AKK} + \text{KE} + \text{ΚΣ}$$

AKK = Αρχικό Κόστος Κατασκευής

KE = Κόστος Επαναφοράς

ΚΣ = Κόστος Συντήρησης

Πολύ συχνά για τον υπολογισμό του Κόστους Κατασκευής, γίνεται μια εκτίμηση του συνολικού κόστους, με βάση το μέσο κόστος κατασκευής υποδομών παρόμοιων με την περίπτωση που εξετάζεται. Παρ' όλα αυτά, στη περίπτωση της υπόγειας αποθήκης επικίνδυνων υλών στο Λαύριο, το έργο αυτό είναι το πρώτο του είδους του που κατασκευάζεται στον Ελλαδικό χώρο και το μέσο κόστος κατασκευής δεν μπορεί να εξαχθεί. Συνεπώς, για τον υπολογισμό του Κόστους Κατασκευής της εγκατάστασης θα χρησιμοποιηθεί το συνολικό κόστος της κατασκευής, αφού το συγκεκριμένο ποσό μας είναι γνωστό. Η διαφορά στις δύο μεθοδολογίες είναι πως στην πρώτη, η αξία της επένδυσης υπολογίζεται ανά τετραγωνικό μέτρο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η αξία της επένδυσης υπολογίζεται σε απόλυτες χρηματικές μονάδες.

Ταυτόχρονα, για το Κόστος Επαναφοράς και το Κόστος Συντήρησης, μπορούμε να υποθέσουμε δύο διακριτές περιπτώσεις. Στη πρώτη περίπτωση, λόγω της μικρής διάρκειας χρήσης της επένδυσης, το Κόστος Επαναφοράς και το Κόστος Συντήρησης μπορούν να θεωρηθούν αμελητέα. Επομένως, στην πρώτη περίπτωση, το Κόστος Κατασκευής είναι ίσο με το Αρχικό Κόστος Κατασκευής.

$$\text{Κόστος Κατασκευής 1} = \text{KK1} = \text{AKK} + \text{KE} + \text{ΚΣ} = \text{AKK} + 0 + 0 = 2.800.000\text{€}$$

Στη δεύτερη περίπτωση, θεωρούμε το Κόστος Επαναφοράς και το Κόστος Συντήρησης μη αμελητέα. Για τον υπολογισμό τους, θα υποθέσουμε πως το αρχικό κόστος επένδυσης έχει μια περίοδο απόσβεσης της αξίας της, εντός ορισμένου

χρονικού διαστήματος. Συνεπώς, κάθε χρόνος που παρέρχεται μειώνει τη συνολική αξία της επένδυσης κατά ένα ποσοστό της αρχικής επένδυσης ίσο με:

$$\text{Ετήσιο Ποσό Απόσβεσης (ΕΠΑ)} = \frac{AKK}{XA} * ΠΧ$$

AKK = Αρχικό Κόστος Κατασκευής

XA = Χρόνος Απόσβεσης της επένδυσης

ΠΧ = Παρελθόντα Χρόνια από το έτος κατασκευής

Στην ουσία, ορίσαμε πως η απόσβεση της επένδυσης γίνεται ισόποσα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης, μια θεώρηση που συχνά γίνεται κατά τον υπολογισμό της παρούσας αξίας μιας επένδυσης και δεν είναι η μόνη. Θα μπορούσε κανείς να υπολογίσει την τελική αξία της επένδυσης με διαφορετικό τρόπο, το τελικό αποτέλεσμα όμως θα είχε μικρή απόκλιση.

Για την εκτίμηση του Χρόνου Απόσβεσης της κατασκευής, συγκρίνουμε την συγκεκριμένη εγκατάσταση με παρόμοιες εγκαταστάσεις απόθεσης αποβλήτων (συνήθως γύρω στα 100 – 150 χρόνια). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, υποθέτουμε πως ο Χρόνος Απόσβεσης είναι τα 100 χρόνια. Ταυτόχρονα, από την ολοκλήρωση του έργου μέχρι σήμερα, έχουν παρέλθει 5 χρόνια. Έτσι, στη δεύτερη περίπτωση, το Κόστος Κατασκευής της εγκατάστασης θα ανερχόταν σε:

$$\text{Κόστος Κατασκευής 2} = KK2 = AKK + KE + ΚΣ = AKK + ΕΠΑ =$$

$$AKK + \frac{AKK}{XA} * ΠΧ = 2.800.000 + 2.800.000 / 100 * 5 = 2.940.000 \text{ €}$$

Το Κόστος Κατασκευής όμως, δεν είναι ο μοναδικός τρόπος αξιολόγησης μιας επένδυσης. Σπανίως μάλιστα χρησιμοποιείται σαν κύριος τρόπος εύρεσης της αξίας μιας επένδυσης, όπως αναφέρθηκε και στο 3^ο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής. Μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος αποτίμησης της αξίας μιας επένδυσης, είναι το Κόστος Αντικατάστασης της επένδυσης. Η λογική πίσω από τη

μεθοδολογία του Κόστους Αντικατάστασης, είναι ο υπολογισμός του χρηματικού ποσού εκείνου που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί, ώστε να αντικατασταθεί η εν λόγω επένδυση. Με αυτό τον τρόπο, μπορούν να συνυπολογισθούν στην αξία της επένδυσης, πέρα από τα χρηματικά κόστη, τα «κρυμμένα» εκείνα κόστη τα οποία δεν είναι άμεσα ορατά.

Ένα παράδειγμα για την καλύτερη κατανόηση των «κρυμμένων» αξιών στις επενδύσεις: Έστω ότι ένας αξιολογητής προσπαθεί να αποτιμήσει την αξία ενός υδραγωγείου σε ένα χωριό και χρησιμοποιεί τη μέθοδο του Κόστους Αντικατάστασης. Πέρα από την αξία της κατασκευής που θα εκτιμήσει ο αξιολογητής (οι πρώτες ύλες, το κόστος κατασκευής, η συντήρηση, το κόστος λειτουργίας κλπ.), πρέπει να συνεκτιμήσει και την αξία του υδραγωγείου για την τοπική κοινωνία. Αυτή η αξία εμπεριέχει μέσα της και το όφελος από την παροχή πόσιμου νερού στους κατοίκους της περιοχής, την παροχή ύδρευσης για αγροτικές καλλιέργειες κλπ. Βεβαίως, για κάποιον επενδυτή – ενδεχομένως μη κάτοικο της περιοχής – η δυνατότητα παροχής νερού στους κατοίκους της δεν έχει καμία αξία. Επομένως, η αξία για εκείνον θα είχε υπολογιστεί διαφορετικά σε σχέση με κάποιον αξιολογητή της κοινότητας.

Συνεπώς, κλειδί για τη μέθοδο αυτή είναι να αποτυπωθούν όλα τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της επένδυσης – ή έστω, τα οφέλη εκείνα τα οποία ο αξιολογητής θέλει να συμπεριλάβει στον προσδιορισμό της αποτίμησης της επένδυσης. Στην προκειμένη περίπτωση, η αξία του σταθμού αποθήκευσης επικίνδυνων υλών στο Λαύριο, πέρα από το κόστος για την κατασκευή του, εμπεριέχει μέσα και την αξία για την τοπική κοινωνία της ασφάλειας που παρέχει, καθώς οι συνθήκες φύλαξης των ουσιών αυτών είναι εξαιρετικές. Για την εύρεση της αξίας της εγκατάστασης, πρέπει να συμπεριλάβουμε σενάρια τα οποία να προσφέρουν τα ίδια οφέλη. Για παράδειγμα, μια εναλλακτική επιλογή θα ήταν να κατασκευαστεί ο ίδιος σταθμός σε περιοχή μακριά από το Λαύριο. Άλλη επιλογή θα μπορούσε να ήταν να κατασκευαστεί υπέργειος σταθμός αντί του υπογείου, φροντίζοντας να επικρατούν οι ίδιες συνθήκες ασφάλειας στους κατοίκους της γύρω περιοχής. Τέλος, ένα ακόμα σενάριο θα μπορούσε να ήταν η μεταφορά των

επικίνδυνων ουσιών σε άλλη χώρα, με σκοπό την αποθήκευσή τους μακριά από τους κατοίκους της περιοχής – λύση η οποία επικρατούσε μέχρι σήμερα.

Για την πρώτη εναλλακτική επιλογή, η μόνη τιμή η οποία είναι μεταβλητή είναι το κόστος μεταφοράς των αποβλήτων στην επιλεγμένη νέα τοποθεσία. Το κόστος αυτό με τη σειρά του εξαρτάται από την απόσταση που θα απέχουν οι δύο τοποθεσίες, το μοναδιαίο κόστος μεταφοράς ενός τόνου ανά χιλιόμετρο, αλλά και τις συνθήκες μεταφοράς, καθώς τα δοχεία που περιέχουν τις επικίνδυνες ουσίες δεν μπορούν να μεταφερθούν όπως τα συμβατικά απόβλητα. Επιβάλλεται να τηρηθούν οι υπάρχουσες νομοθεσίες, σχετικά με την οδική μεταφορά των επικίνδυνων ουσιών. Αυτό θα αποτελέσει ένα επιπρόσθετο έξοδο. Τελικώς ισχύει ότι το Κόστος Αντικατάστασης της επένδυσης θα ισούται με:

$$\text{Κόστος Αντικατάστασης 1 (KA1)} = \text{AKK} + \text{KM} = 2.800.000 \text{ €} + 5.000 * \text{KM1}$$

AKK = Αρχικό Κόστος Κατασκευής

KM = Κόστος Μεταφοράς των επικίνδυνων ουσιών στο νέο μέρος

KM1 = Μοναδιαίο Κόστος Μεταφοράς ενός τόνου επικίνδυνων ουσιών από το
Λαύριο στη νέα τοποθεσία

και

$$\text{KM1} = \text{KM}\chi * \text{Χλμ}$$

KMχ = Το μοναδιαίο Κόστος Μεταφοράς ανά χιλιομετρική μονάδα

Χλμ = Τα Χιλιόμετρα που απέχουν οδικώς οι δύο τοποθεσίες

Παρατηρείται πως στην πρώτη περίπτωση του Κόστους Αντικατάστασης (KA1), το συνολικό υπολογισθέν ποσό της αξίας της επένδυσης, εξαρτάται από το κόστος μεταφοράς των επικίνδυνων ουσιών. Το πρόβλημα της εκτίμησης του κόστους μεταφοράς είναι ένα από τα δυσκολότερα κομμάτια της ανάλυσης, καθώς οι τιμές παραδοσιακά παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Παρ' όλα αυτά, χάριν ευκολίας, υποθέτουμε πως η μεταφορά ενός τόνου από το Λαύριο σε τυχαίο υποθετικό σημείο λογικής απόστασης κοστολογείται πρόχειρα περί των 100 € / τόνο. Συνεπώς έχουμε:

$$\begin{aligned} \text{Κόστος Αντικατάστασης 1 (KA1)} &= \text{AKK} + \text{KM} = 2.800.000 \text{ €} + 5.000 * \text{KM1} = \\ &2.800.000 \text{ €} + 5.000 * 100 = 3.300.000 \text{ €} \end{aligned}$$

Για την δεύτερη περίπτωση (αυτή της δημιουργίας παρόμοιας υπέργειας εγκατάστασης), το Κόστος Αντικατάστασης είναι συνάρτηση πολλών μεταβλητών. Η νέα αυτή υποθετική εγκατάσταση θα πρέπει να πληροί όλες τις νομικές προϋποθέσεις, σχετικά με την αποθήκευση επικίνδυνων ουσιών και ουσιαστικά τίθεται θέμα σχεδιασμού της εγκατάστασης. Δυστυχώς, τέτοιες κατασκευές δεν συνηθίζονται στη χώρα μας και δεν ήταν εφικτό να συγκεντρωθούν πληροφορίες που θα μπορούσαν να μας δώσουν ένα ενδεικτικό μέγεθος για μια υπέργεια αποθήκη 5.000 τόνων. Αφαιρώντας όμως από το συνολικό κόστος κατασκευής τα έξοδα της μελέτης και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, που θεωρούνται κοινά στις δύο περιπτώσεις (αν και αυτό δεν είναι υποχρεωτικό, οι αποκλίσεις όμως θεωρούνται ελάχιστες), ουσιαστικά το ερώτημα είναι αν το κόστος εκσκαφής είναι ακριβότερο από την κατασκευή ενός υπέργειου σταθμού με παρόμοιους συντελεστές ασφάλειας για την περιοχή. Σε περίπτωση που η κατασκευή αυτή κοστολογηθεί ακριβότερη, λόγω της δυσκολίας και της εξειδικευμένης εργασίας που απαιτείται για την κατασκευή μιας τέτοιας εγκατάστασης, το Κόστος Αντικατάστασης θα είναι υψηλότερο από το AKK (2.800.000 €). Σε περίπτωση πάλι που το κόστος εκσκαφής των 2.000 τετραγωνικών μέτρων είναι υψηλότερο, το Κόστος Αντικατάστασης θα είναι μικρότερο από το AKK. Ενδέχεται δηλαδή, σε περίπτωση που η λύση της υπόγειας κατασκευής δεν ήταν η φθηνότερη δυνατή, το Κόστος Αντικατάστασης και επομένως και η αξία της επένδυσης να είναι μικρότερη από το αρχικά δαπανηθέν ποσό. Αυτό δεν είναι άτοπο στο χώρο της αξιολόγησης των επενδύσεων, καθώς συχνά μια κακή επένδυση που είτε στηρίχθηκε σε λάθος δεδομένα, είτε έγιναν παραλείψεις, είτε για οποιονδήποτε άλλο λόγο, μπορεί να καταλήξει αμέσως μετά το πέρας των εργασιών, να χάσει σημαντικό ποσό της αρχικής επένδυσης (για παράδειγμα, μια οικοδομή που δομήθηκε πριν την κατάρρευση της αγοράς ακινήτων στην Ελλάδα, όταν κατασκευάστηκε φαινόταν

καλή επένδυση, εκ των υστέρων όμως παρατηρούμε ότι η αξία των ακινήτων έχει μειωθεί τόσο, ώστε η τελική αξία της επένδυσης να πλησιάζει το ΑΚΚ).

Όπως είναι εύκολα ορατό, η διαδικασία της αξιολόγησης μιας επένδυσης εμπεριέχει υποκειμενικότητες. Αν υποθέσουμε ότι η αξία της υπέργειας κατασκευής είναι ισότιμη με την αξία της υπόγειας λύσης, ένας αξιολογητής που είναι επηρεασμένος υπέρ της λύσης της υπέργειας κατασκευής, μπορεί να ισχυριστεί ότι οι εργασίες υπεργείως είναι ασφαλέστερες και η συντήρηση ευκολότερη. Ταυτόχρονα, ένας αξιολογητής που είναι θετικά προδιατεθειμένος υπέρ της λύσης της υπογείου κατασκευής, μπορεί να ισχυριστεί πως οι κάτοικοι νιώθουν μεγαλύτερο βαθμό ασφάλειας με τα επικίνδυνα απόβλητα θαμμένα επιτέλους κάτω από το έδαφος (σε αντίθεση με την πιθανή έκθεση των κατοίκων της περιοχής κατά τα προηγούμενα χρόνια λόγω της αποθήκευσης των αποβλήτων στο κτίριο του Κονοφάγου). Επίσης, το ρίσκο για ατύχημα απελευθέρωσης επικίνδυνων ουσιών στο περιβάλλον είναι μικρότερο με τα απόβλητα αποθηκευμένα στον υπόγειο χώρο.

Συνεπώς, για τον υπολογισμό της τιμής της αξίας της επένδυσης στη δεύτερη περίπτωση, θα υποθέσουμε χωρίς μαθηματική ακρίβεια πως η τελική τιμή θα έχει μια απόκλιση 20% (γενικά οι αποκλίσεις στα έργα είναι της τάξης του 10-20% - στις συμβάσεις του δημοσίου προϋπολογίζεται ποσοστό απρόβλεπτων δαπανών 15%) από το ΑΚΚ.

$$\text{Κόστος Αντικατάστασης 2 (ΚΑ2)} = \text{ΑΚΚ} \pm 20\% * \text{ΑΚΚ} = 2.240.000 \text{ €} \sim 3.360.000 \text{ €}$$

Τέλος, για την τρίτη περίπτωση (αυτή της μεταφοράς των αποβλήτων σε άλλη χώρα), δανειζόμαστε τα στοιχεία από την έκθεση του συνεδρίου της Βασιλείας το 2006 (διεθνής [Basel Convention, 2006](#)). Σύμφωνα με αυτή την έκθεση λοιπόν, η Ελλάδα παράγει ετησίως περί τους 250.000 τόνους επικίνδυνων αποβλήτων, εκ των οποίων η πλειοψηφία εξάγεται στη Γερμανία, που αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους εισαγωγείς επικίνδυνων αποβλήτων με ετήσιο όγκο εισαγωγών 2.700.000 τόνους. Το

δε κόστος των εξαγωγών κυμαίνεται από 1.500 € έως 3.000 € ανά τόνο, αναλόγως από το είδος των επικίνδυνων ουσιών.

Από τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα πως το Κόστος Αντικατάστασης της επένδυσης αυτής θα ισούται με:

$$\text{Κόστος Αντικατάστασης 3 (KA3)} = T * KE = 5.000 * (1.500 \sim 3.000) =$$

$$7.500.000 \text{ €} \sim 15.000.000 \text{ €}$$

T = Συνολικοί αποθηκευμένοι Τόνοι

KE = Κόστος Εξαγωγής στη Γερμανία

Παρατηρούμε ότι το Κόστος Αντικατάστασης είναι ιδιαίτερα υψηλό και μάλιστα για μια επιλογή που μέχρι σήμερα αποτελεί την επικρατούσα λύση, στο θέμα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων στη χώρα μας. Μέχρι στιγμής, οποιαδήποτε εναλλακτική επιλογή εξετάστηκε, η αξία της επένδυσης κυμαινόταν σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα. Αν πάλι εξετάσουμε την επένδυση με βάση την προηγούμενη κατάσταση, η συγκεκριμένη επένδυση βελτίωσε κατά πολύ μια λύση που πριν την κατασκευή της εγκατάστασης, ήταν οικονομικά ασύμφορη ως προς τις εναλλακτικές της επιλογές.

Συνολικά, μέχρι στιγμής οι εκτιμώμενες αξίες της επένδυσης παρουσιάζουν σχετική ομοιογένεια στις τιμές τους – εκτός από την αποτίμηση της επένδυσης που σχετίζεται με την εξαγωγή των αποβλήτων στη Γερμανία, λύση η οποία επικρατεί μέχρι σήμερα και είναι συγκριτικά πολυέξοδη. Ο λόγος για τον οποίο οι τιμές των αποτιμημένων αξιών είναι αριθμητικά κοντά, έχει να κάνει με το γεγονός πως οι μέθοδοι που ακολουθήθηκαν είναι παραπλήσιοι. Τόσο η μέθοδος του Κόστους Κατασκευής, όσο η μέθοδος του Κόστους Αντικατάστασης εστιάζουν στο αρχικό κόστος κατασκευής της επένδυσης. Είτε αποτιμούμε την επένδυση με βάση το κόστος κατασκευής της,

είτε με το κόστος για να αντικαταστήσουμε την παρούσα εγκατάσταση με μια παρόμοια, το κόστος είναι σχετικά ίδιο, εφ' όσον και οι συνθήκες στις οποίες εκτελούνται οι εργασίες κατασκευής της εναλλακτικής επένδυσης παραμένουν ίδιες (για παράδειγμα, μια ραγδαία μεταβολή στη τιμή των πρώτων υλών της κατασκευής θα επηρεάσει σε αντίστοιχο βαθμό και την αξιολόγηση της επένδυσης).

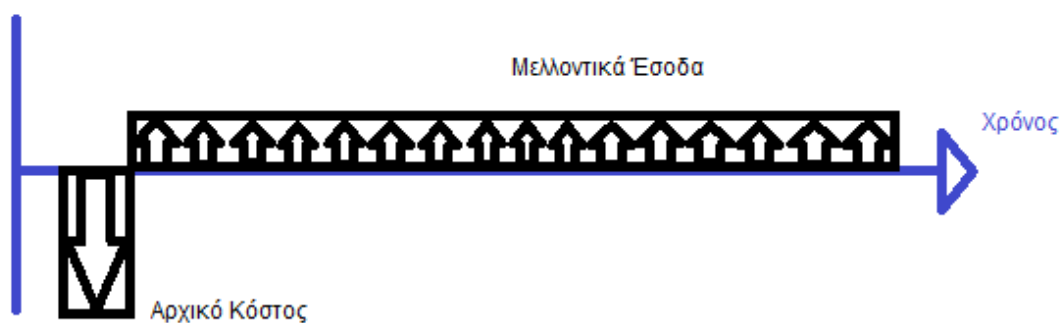
Η μόνη εξαίρεση είναι η περίπτωση της εξαγωγής των αποβλήτων σε άλλη χώρα. Ο λόγος που η αξία της επένδυσης διαφέρει τόσο πολύ, έχει να κάνει ξανά με τη μέθοδο που ακολουθήθηκε. Σε αυτή τη περίπτωση, η αξία της επένδυσης δεν συγκρίνεται με αφετηρία το αρχικό κόστος κατασκευής, αλλά με το κόστος μεταφοράς των αποβλήτων σε άλλη χώρα. Αφού το κόστος σε αυτή την τελευταία περίπτωση είναι σημαντικά μεγαλύτερο, αντίστοιχα και η αξία της επένδυσης αυξάνεται. Παρ' όλα αυτά, αν ένας επενδυτής σκόπευε να αγοράσει την συγκεκριμένη εγκατάσταση, η μεθοδολογία που θα επέλεγε να χρησιμοποιήσει για να εξετάσει την αξία της επένδυσης θα ήταν με βάση το κέρδος που θα του αποφέρει μελλοντικά και όχι με το ποιο ποσό δαπανήθηκε αρχικά ή τις εναλλακτικές επιλογές για την αντιμετώπιση του προβλήματος των αποβλήτων.

Έτσι, για τον υπολογισμό του μελλοντικού κέρδους, η μόνη πηγή εσόδων που μπορεί να υποτεθεί, είναι η κρατική χρηματοδότηση στον ιδιοκτήτη της εγκατάστασης για την ασφαλή αποθήκευση των αποβλήτων. Σε αυτή την περίπτωση, η αξία της επένδυσης θα ήταν άμεσα εξαρτημένη από το ποσό της κρατικής χρηματοδότησης που θα του παραχωρούνταν, ώστε να διαχειριστεί τα επικίνδυνα αυτά απόβλητα.

Για την αποτίμηση της επένδυσης στην παρούσα διπλωματική υποθέτουμε ότι ο μελλοντικός επενδυτής έχει συμφωνήσει να παραλαμβάνει 1.000€ ανά τόνο αποθήκευσης από την κυβέρνηση, τιμή η οποία είναι χαμηλότερη από το κόστος εξαγωγής των αποβλήτων στη Γερμανία. Σε αυτή την περίπτωση, τα έσοδά του θα ισούνται με:

$$\text{Μελλοντικά Έσοδα} = \text{Αποθηκευμένοι τόνοι αποβλήτων} * \text{Συμφωνηθείσα Τιμή} = \\ 5.000 * 1.000 = 5.000.000 \text{ €}$$

Στην εικόνα 20 παρουσιάζεται η ενδεικτική χρηματορροή που θα αφορούσε τη συγκεκριμένη επένδυση.



Εικόνα 20: Χρηματορροή επένδυσης. Μελλοντικά έσοδα > Αρχικό κόστος και Αξία επένδυσης = Αρχικό κόστος

Αν υποθέσουμε επίσης ότι η επένδυση έχει διάρκεια ζωής 100 χρόνια και το κόστος ετήσιας λειτουργίας και συντήρησής της ανέρχεται στις 10.000€, τότε το κέρδος του επενδυτή από αυτή ανέρχεται σε:

$$\begin{aligned} \text{Κέρδος Επενδυτή} &= \text{Μελλοντικά Έσοδα} - \text{Αρχικό Κόστος} - \text{Λειτουργικές Δαπάνες} = \\ &= \text{Μελλοντικά Έσοδα} - \text{Αρχικό Κόστος} - (\text{Συνολική διάρκεια ζωής επένδυσης} - \text{Έτη} \\ &\quad \text{λειτουργίας}) * \text{Ετήσιο κόστος λειτουργίας} = 5.000.000 - X - (100-5) * 10.000 = \\ &= 4.050.000\text{€} - X \end{aligned}$$

Όπου X ισούται με το Αρχικό Κόστος αγοράς της επένδυσης

Τέλος, αν υποθέσουμε ότι το κέρδος του επενδυτή ανέρχεται σε 10% (πολλές φορές υποθέτουμε ένα δείκτη επικαιροποίησης χρήματος [r] που ισούται με 8% ή 10% - είναι πιθανό κέρδος σε καλές οικονομικές συγκυρίες) του αρχικού κόστους επένδυσης, τότε η αξία της επένδυσης μπορεί να υπολογισθεί ως:

Αξία Επένδυσης (ΑΕ) = Αρχικό κόστος = 4.050.000 – 10% * Αρχικό κόστος

Συνεπώς: ΑΕ = 4.050.000 / 1.1 = 3.681.818 €

Στην άσκηση, υποτέθηκε πως όλα τα ποσά είναι ποσά σε σημερινές αξίες ώστε να αποφευχθεί η εκτίμηση δεικτών επικαιροποίησης του χρήματος, κάτι που θα ήταν αναγκαίο να γίνει σε περίπτωση που έσοδα και έξοδα ήταν υπολογισμένα σε μελλοντικό χρονικό ορίζοντα. Φυσικά η άσκηση εφαρμογής είναι καθαρά υποθετική, καθώς κανένας επενδυτής δε θα δεχόταν να δεσμεύσει κεφάλαια για να κερδίσει 10% της αρχικής επένδυσης σε μια περίοδο 100 ετών!

Ολοκληρώνοντας με τις μεθόδους αξιολόγησης της επένδυσης, θα εξεταστεί ακόμα μια περίπτωση. Η συγκεκριμένη περίπτωση εξετάζει την επένδυση και πάλι από το πρίσμα ενός επενδυτή, αλλά αυτή τη φορά αντί να επρόκειτο για μια επένδυση που αποσκοπεί σε μελλοντικά έσοδα, εξετάζεται η πώληση της εγκατάστασης για ίδια χρήση. Σε αυτή την περίπτωση, η αξία της επένδυσης θα αντιστοιχεί στο αρχικό κόστος της εγκατάστασης αν από αυτό αφαιρέσουμε ένα ποσό, λόγω της παλαιότητας της εγκατάστασης. Στη μείωση της αξίας της επένδυσης λόγω παλαιότητας, συμπεριλαμβάνονται τα κόστη συντήρησης λόγω των φθορών που ενδεχομένως έχει υποστεί η εγκατάσταση, αλλά και η φυσική μείωση της αξίας μιας κατασκευής με το πέρασμα του χρόνου. Η αξία αυτή θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε πως αποτελεί την αξία της επένδυσης, εάν αυτή επρόκειτο για μια μεσιτική επένδυση (αγοραπωλησία γης και κτιρίων). Η αξία της εγκατάστασης υπολογίζεται ως εξής:

Μεσιτική Αξία Εγκατάστασης (ΜΑΕ) = ΑΚΚ * Συντελεστής Παλαιότητας =

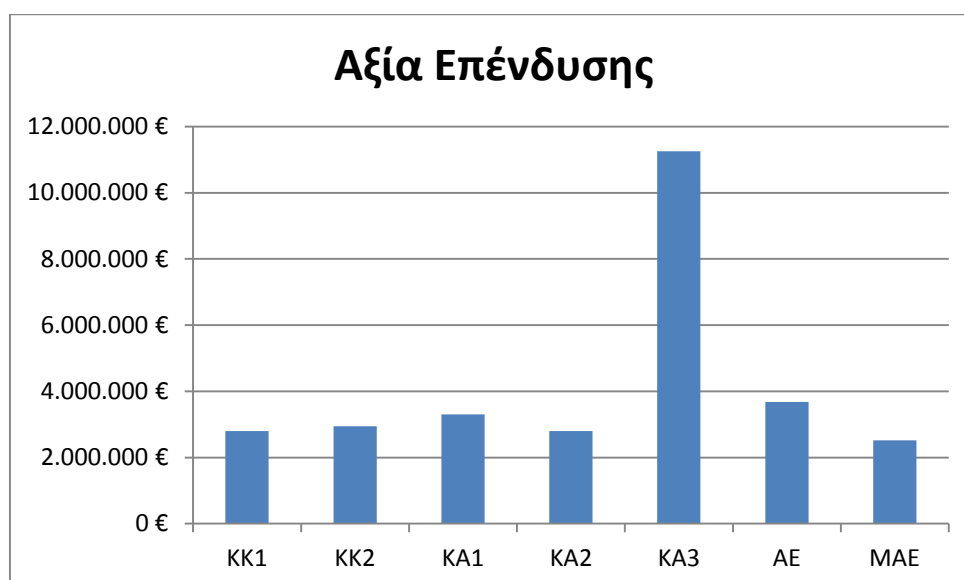
$$ΑΚΚ * \frac{(\text{Συνολικός χρόνος ζωής κτιρίου} - \text{Παρελθούσα ζωή κτιρίου})}{\text{Συνολικός χρόνος ζωής κτιρίου}} =$$

$$2.800.000 * \frac{(50 - 5)}{50} = 2.800.000 * 0.9 = 2.520.000 \text{ €}$$

Όπως ήταν αναμενόμενο, σε αυτή τη περίπτωση η αποτίμηση της αξίας της επένδυσης είναι μικρότερη από το αρχικό κόστος. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία χρησιμοποιείται για επενδύσεις που με το πέρασ του χρόνου χάνουν την αξία τους, χωρίς να έχουν τρόπο να την αναπληρώσουν μέσα από κάποια θετική χρηματορροή ή άλλη θετική εισροή στην αξία τους.

Σαν ανακεφαλαίωση των προηγούμενων, στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται γραφικά οι συγκρίσεις των 7 διαφορετικών αποτιμήσεων.

Πίνακας 2: Γραφική απεικόνιση της αποτίμησης της εγκατάστασης χρησιμοποιώντας διαφορετικές μεθοδολογίες

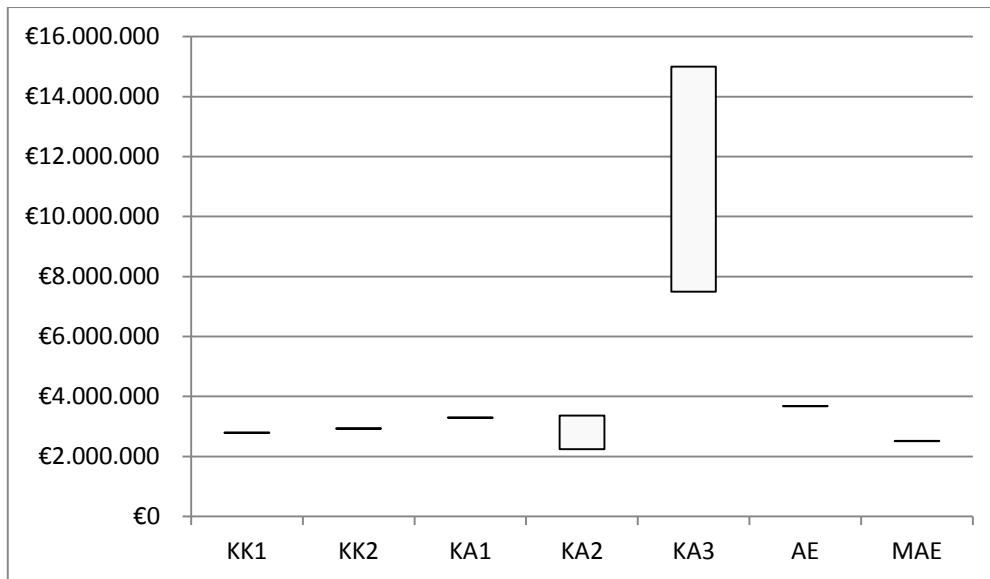


Πιο αναλυτικά, στον πίνακα 2 παρακολουθούμε ότι η αξία της επένδυσης κυμαίνεται γύρω στα 3.000.000€, με μοναδική εξαίρεση την αποτίμηση της αξίας χρησιμοποιώντας σαν μέτρο σύγκρισης την εναλλακτική επιλογή της εξαγωγής των αποβλήτων σε ξένη χώρα. Η περίπτωση αυτή, παρ' όλο που στηρίζεται σε διαφορετική θεώρηση δεν αποτελεί εσφαλμένη ένδειξη. Η συγκεκριμένη τιμή αφορά την αξία της επένδυσης για το ελληνικό κράτος, καθώς σε περίπτωση που δεν υπήρχε η συγκεκριμένη επένδυση, το κόστος της εξαγωγής των αποβλήτων θα ήταν οικονομικά ασύμφορο. Ούτε όμως και οι υπόλοιπες αποτιμήσεις της αξίας της

επένδυσης είναι εσφαλμένες. Η διαφορά έγκειται στην οπτική από την οποία μελετάει κανένας την επένδυση. Ταυτόχρονα, όταν εμφανίζονται τόσο μεγάλες αποκλίσεις στις αποτιμήσεις συγκεκριμένων επενδύσεων είναι συχνές και οι διαφωνίες ανάμεσα στον πωλητή και στον αγοραστή. Ο επενδυτής, συνήθως, στη δική του αποτίμηση παρουσιάζει τη μικρότερη δυνατή ποσοτική αξία της επένδυσης, ώστε να πείσει τον φορέα που παραχωρεί την επένδυση να μειώσει την τιμή πώλησης, ενώ το δεύτερο συμβαλλόμενο μέρος προσπαθεί να αποδείξει την υψηλή αξία της επένδυσης για να αυξήσει την τιμή πώλησης.

Παρόμοια περιστατικά έχουν εμφανιστεί στην ελληνική αγορά και στη διαχείριση στερεών αποβλήτων. Το ελληνικό κράτος κλήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση να αντιμετωπίσει το ζήτημα της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων. Σε εκείνο το σημείο βρέθηκαν επενδυτές που ζήτησαν να αναλάβουν τη διαχείρισή τους, έναντι αμοιβής ανά τόνο ανακυκλώσιμων αποβλήτων που θα παραλάμβαναν. Η διαφωνία που ανέκυψε είχε να κάνει με τα δικαιώματα επαναχρησιμοποίησης των ανακυκλωμένων αποβλήτων. Οι επενδυτές επέμεναν ότι δεν υπήρχε καμία αξία στα ανακυκλωμένα απόβλητα (μέταλλο, χαρτί, πλαστικό κλπ.), ενώ ο κρατικός φορέας αποτιμούσε τα ανακυκλωμένα είδη ως επιπρόσθετη πηγή εσόδων για τους επενδυτές, κάτι που είχε σαν αποτέλεσμα να ζητήσει επιπλέον ποσοστό κέρδους. Φυσικά σε εκείνο το σημείο ήταν αναγκαία η έναρξη διαπραγματεύσεων ανάμεσα στα δυο μέρη, διότι οι δύο διαφορετικές μελέτες αποτίμησης της επένδυσης διαφωνούσαν σε πολύ μεγάλο βαθμό.

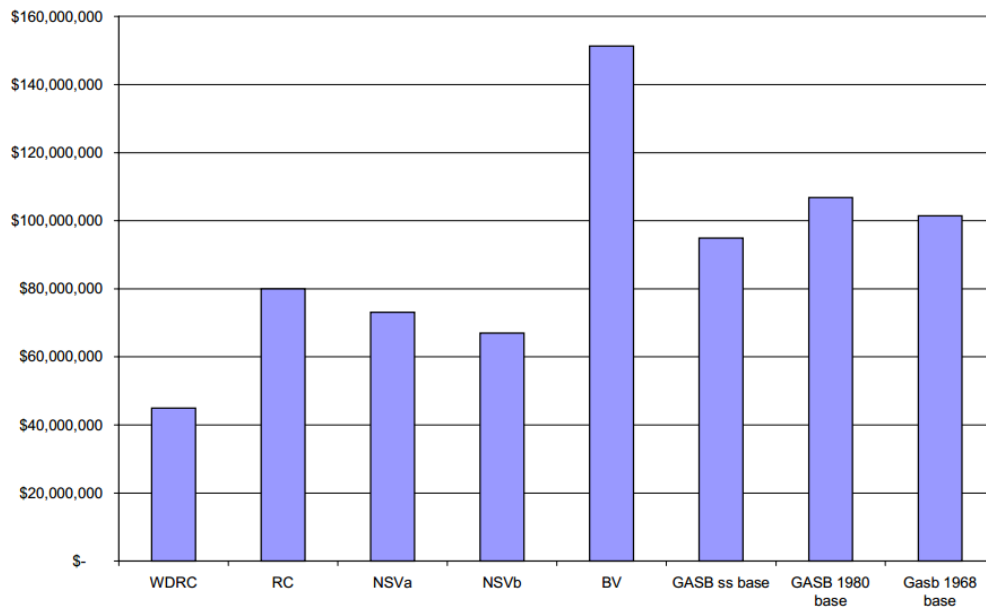
Πίνακας 3: Πίνακας διακυμάνσεων των αποτιμήσεων της αξίας της επένδυσης



Ο πίνακας 3 απεικονίζει τη διακύμανση που παρουσιάζουν οι μέθοδοι που υιοθετήθηκαν στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής. Παρατηρούμε ότι οι περισσότερες αποτιμήσεις δίνουν συγκεκριμένη τιμή και όχι εύρος τιμών. Αυτό θα μπορούσε να ήταν διαφορετικό, αν οι μεταβλητές που υποτέθηκαν στα πλαίσια της ανάλυσης δίνονταν με ένα εύρος αντί να απεικονίζονται με συγκεκριμένες τιμές (για παράδειγμα εάν το κόστος λειτουργίας δεν ήταν συγκεκριμένη τιμή, αλλά μια τιμή μέσα από ένα εύρος). Στις δύο περιπτώσεις που παρουσιάζονται αποκλίσεις, οι αιτίες των διακυμάνσεων αυτών είναι το κόστος εξαγωγής των αποβλήτων στο εξωτερικό (1.500 ~ 3.000 € ανά τόνο) και οι αποκλίσεις $\pm 20\%$ από την αρχική δαπάνη της εγκατάστασης που οφείλονται στην υποκειμενικότητα του αξιολογητή.

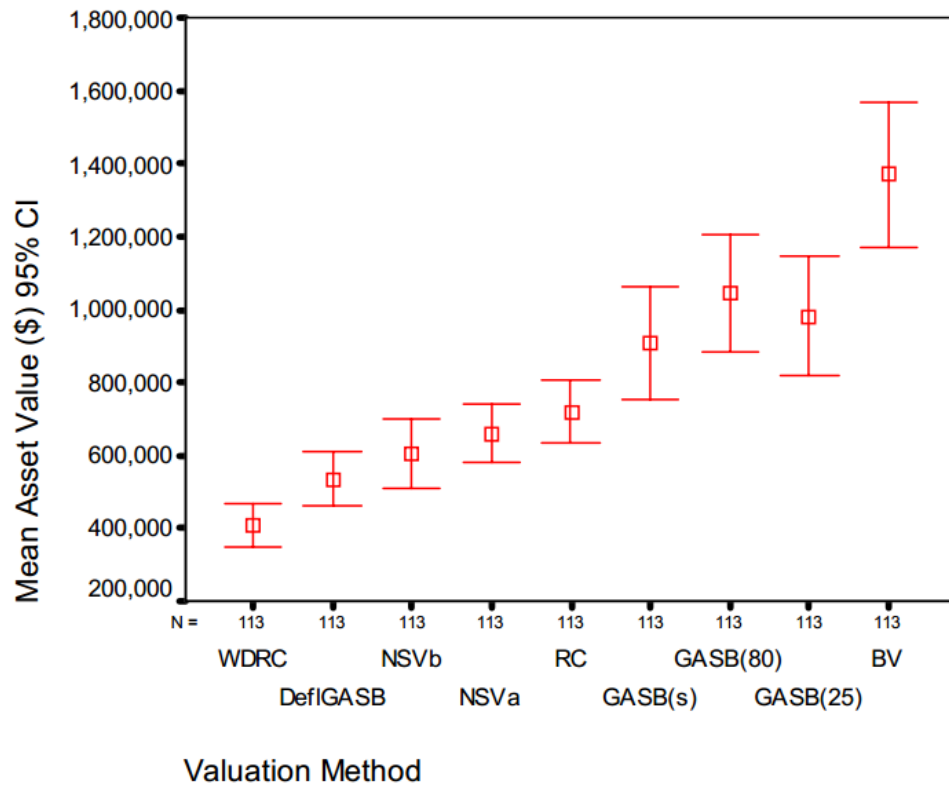
Παρόμοια συμπεράσματα μπορούμε να βρούμε και στη βιβλιογραφία (για παράδειγμα οι πίνακες 4 και 5 από το «A comparison of Asset Valuation Methods For Civil Infrastructures, Falls, Haas and Tighe, 2004» που αναφέρθηκε στο 3^ο κεφάλαιο). Οι διάφορες μεθοδολογίες μπορούν να δώσουν σημαντικά διαφορετικές αποτιμήσεις στην αξία μιας επένδυσης. Επίσης, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία είναι η υποκειμενικότητα του αξιολογητή, αλλά και οι υποθέσεις που θα γίνουν κατά τη διαδικασία ορισμού τιμών σε μεταβλητές.

Πίνακας 4: Διαφορές στην αποτίμηση της αξίας επένδυσης (εικόνα από Falls, Haas and Tighe, 2004)



Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο, να σημειωθεί πως οι επιλεγόμενες μεθοδολογίες αποτίμησης της αξίας μιας επένδυσης δεν είναι οι μοναδικές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν. Οι συγκεκριμένες όμως μεθοδολογίες αναδεικνύουν με εύκολο τρόπο τις προκλήσεις στην διαδικασία αξιολόγησης μιας επένδυσης και καταδεικνύουν μερικές από τις συνηθέστερες παγίδες που μπορεί να παρουσιαστούν. Επιπρόσθετα, οι μεταβλητές τιμές των τύπων που χρησιμοποιήθηκαν, έλαβαν τιμές κατά την κρίση του αξιολογητή. Ο βαθμός βεβαιότητας που απαιτείται στην εκάστοτε περίπτωση ορίζει την προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί από πλευράς αξιολογητή, ώστε να προσεγγίσει την ορθότερη τιμή σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 5: Διακυμάνσεις στην αποτίμηση της αξίας επένδυσης (εικόνα από Falls, Haas and Tighe, 2004)



Στη συνέχεια ακολουθούν τα συμπεράσματα της διπλωματικής, τονίζονται τα σημαντικότερα ευρήματα και αναπτύσσονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα πάνω στο αντικείμενο.

Κεφάλαιο 6^ο: Συμπεράσματα και Προτάσεις

Ολοκληρώνοντας τη συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, γίνεται κατανοητό πως τα θέματα που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια όπως η διαχείριση των αποβλήτων, η αξιοποίηση του υπογείου χώρου, η αποτίμηση των επενδύσεων και ιδιαιτέρως αυτών που βρίσκονται σε υπόγειο χώρο, τα προβλήματα που προκύπτουν είτε προσπαθώντας κανείς να μελετήσει την αξία μιας επένδυσης, είτε κατά την κατασκευή καινοτόμων εγκαταστάσεων, είναι όλα αντικείμενα με μεγάλο ερευνητικό ενδιαφέρον, που απασχολούν πολλούς έγκριτους επιστήμονες αλλά και επιχειρηματίες και τα οποία συνεχώς εξελίσσονται και βελτιώνονται.

Παρ' όλο που η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εμπεριέχει το σύνολο της σύγχρονης βιβλιογραφίας που σχετίζεται με τα παραπάνω αντικείμενα, είναι αδύνατο κανείς να καλύψει σε όλο το βάθος την έκταση αυτών των αντικειμένων. Η ερευνητική προσπάθεια που έγινε αποτελεί ένα μικρό κομμάτι μέσα στη διεθνή βιβλιογραφία που ασχολείται με τα ζητήματα της διαχείρισης αποβλήτων, αξιοποίησης υπόγειων χώρων και αξιολόγησης επενδύσεων, προσπαθώντας να δώσει λύσεις στα προβλήματα που παρουσιάζονται στη καθημερινή ζωή.

Αυτό που θα ήταν σκόπιμο να γίνει και ακολουθεί σε αυτό το τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής είναι μια ανακεφαλαίωση των σημαντικότερων σημείων, να υπογραμμισθούν όλα τα καίρια ζητήματα και να δοθεί ώθηση σε περαιτέρω ερευνητικές προσπάθειες, μέσα από σαφείς και έγκυρες προτάσεις.

Σχετικά με το ζήτημα της αξιοποίησης του υπογείου χώρου, παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 2 και 3 ορισμένα από τα πλέον διαβασμένα άρθρα της τελευταίας δεκαετίας και δόθηκε μια σφαιρική εικόνα τόσο για τη διεθνή αντίληψη περί του αντικειμένου, όσο και για την ελληνική πραγματικότητα. Πιο συγκεκριμένα, τονίσθηκε πως, ενώ στο εξωτερικό γίνονται μεγάλες επενδύσεις για την αξιοποίηση του υπογείου χώρου, στη χώρα μας τέτοιες προσπάθειες ακόμα είναι σε αρχικό επίπεδο. Οι λόγοι για αυτή την καθυστέρηση δεν έχουν να κάνουν μόνο με την οικονομική κρίση που επηρεάζει ακόμα και πέντε χρόνια μετά την έναρξή της τις

καθημερινές αποφάσεις ή την ελληνική διστακτικότητα απέναντι σε καινοτόμες ιδέες και λύσεις, αλλά και το γεγονός πως ορισμένα από τα βασικά κίνητρα που ωθούν τις υπόλοιπες χώρες στην εξεύρεση τρόπων αξιοποίησης του υπογείου χώρου, στη χώρα μας δεν παρουσιάζονται. Πιο συγκεκριμένα, οι χώρες που πρωτοστατούν στη δράση σχετικά με την αξιοποίηση του υπογείου χώρου, είναι είτε χώρες με πολύ κακές καιρικές συνθήκες που προσπαθούν να εκμεταλλευθούν τις σχετικά σταθερές καιρικές συνθήκες των υπογείων χώρων, είτε αστικοί ιστοί που έχουν μεγάλο πρόβλημα λόγω της υπερβολικής ανάπτυξης και συνεχούς δόμησης. Ακόμα στη χώρα μας, τέτοια φαινόμενα όπως αυτά που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια 2 και 3 και αφορούσαν στην πρώτη περίπτωση χώρες όπως οι Σκανδιναβικές και ο Καναδάς και στη δεύτερη περίπτωση πόλεις όπως το Χόνγκ Κόνγκ και άλλοι κινέζικοι αστικοί ιστοί, δεν έχουν παρουσιαστεί και έτσι δεν έχει δοθεί έμφαση σε καινοτόμες λύσεις. Είναι όμως δεδομένο ότι αργά ή γρήγορα, οι καλές πρακτικές άλλων χωρών θα φτάσουν και στη χώρα μας, οδηγώντας μας να δούμε με άλλο μάτι τον υπόγειο χώρο.

Όσον αφορά το αντικείμενο της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων, στα κεφάλαια 2 και 3 αναφέρονται τόσο οι ελληνικές όσο και οι διεθνείς ενέργειες προκειμένου να αντιμετωπισθεί το ολοένα και αυξανόμενο πρόβλημα παγκοσμίως. Παρ' όλο που οι κυβερνήσεις διεθνώς έχουν στρέψει το μεγαλύτερο ποσοστό της προσοχής τους στην παγκόσμια οικονομική κρίση, τα περιβαλλοντικά ζητήματα είναι πάντα θέματα που τραβούν την προσοχή θεσμών και φορέων. Συνεπώς, μολονότι η χώρα μας έχει βρεθεί μέσα στη δίνη της οικονομικής κρίσης, η μέριμνα για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και για την ανάδειξη βιώσιμων και αειφόρων πρακτικών διαχείρισης των αποβλήτων της βιομηχανικής παραγωγής, δε σταματά να είναι άξονας προτεραιότητας σε διεθνές επίπεδο.

Τα βασικότερα σημεία που μπορούν να εξαχθούν από τη διπλωματική, αφορούν τη συγκριτική κατάσταση της στρατηγικής της χώρας μας πάνω σε θέματα διαχείρισης αποβλήτων, με τις υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες. Η πολιτική της εξαγωγής των αποβλήτων σε άλλες χώρες, δεν αποτελεί βιώσιμη λύση για τη χώρα μας και φυσικά η απραξία που οδηγεί σε επιπρόσθετες επιβαρύνσεις λόγω προστίμων είναι καταδικαστέα. Απαιτείται η κατάρτιση ενός εθνικού στρατηγικού πλάνου σχετικά με τη διαχείριση των αποβλήτων σε πανελλήνιο επίπεδο, το οποίο θα μας επιτρέψει

μέσα στην επόμενη δεκαετία να είμαστε σε θέση να διαχειριστούμε τα παραγόμενα απόβλητα. Ακόμα καλύτερα, θα μπορούσαμε να εκμεταλλευτούμε την αδυναμία γειτονικών χωρών στη δική τους διαχείριση, ώστε να δημιουργούμε οικονομικό πλεονέκτημα από αυτές. Η λύση που ακολουθήθηκε στο Λαύριο, αποτελεί μια από τις καλύτερες εναλλακτικές για τη διαχείριση των αποβλήτων και αναμένεται να εφαρμοστεί και σε άλλες περιοχές της χώρας μας.

Τέλος, σχετικά με το αντικείμενο της αξιολόγησης επενδύσεων, τα σχετικά κείμενα παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν στα κεφάλαια 4 και 5. Αυτό που εξάγεται από τη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και από τα εγχειρίδια που χρησιμοποιούνται από την πλειοψηφία των επαγγελματιών αξιολογητών στην υφήλιο, είναι το γεγονός πως η αξιολόγηση επενδύσεων είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που σπανίως καταλήγει σε μια μοναδική λύση. Άλλωστε, τόσο η μέθοδος αξιολόγησης που θα επιλεγεί από τον αξιολογητή, όσο και ο ίδιος ο αξιολογητής είναι σημεία-κλειδιά που διαφοροποιούν την τελική αξία της εκάστοτε επένδυσης. Προτείνεται η μελέτη εναλλακτικών μεθοδολογιών προσέγγισης της αξίας μιας επένδυσης, από όλα τα συμβαλλόμενα μέλη της επένδυσης. Ταυτόχρονα, πρέπει να εξετάζεται η λογική πίσω από την εκάστοτε μεθοδολογία, ώστε να εντοπίζονται αδύναμα σημεία τα οποία δημιουργούν αποκλίσεις.

Συγκεκριμένα, για την περίπτωση του Λαυρίου, χρησιμοποιήθηκαν αρκετές διαφορετικές μεθοδολογίες, ώστε να προσεγγισθεί η αξία της επένδυσης. Τα αποτελέσματα αυτών βρίσκονται σε ένα εύρος τιμών που κυμαίνεται γύρω στα 3.000.000€. Υπάρχουν φυσικά και οι μεγαλύτερες αποκλίσεις, με χαρακτηριστικότερη την αξιολόγηση της επένδυσης με βάση την πρότερη λύση που είχε δοθεί, αυτή της εξαγωγής των αποβλήτων σε χώρες του εξωτερικού. Η συγκεκριμένη μεθοδολογία δίνει αξία επένδυσης γύρω στα 12.000.000€, ποσό τετραπλάσιο από την αξία της επένδυσης σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθοδολογίες. Αυτή η απόκλιση δικαιολογείται λόγω της προφανέστατα εσφαλμένης, από άποψη οικονομικών, λύσης που είχε δοθεί στο πρόβλημα της διαχείρισης των επικίνδυνων αποβλήτων της περιοχής. Πρακτικά, υπήρχαν πολλές καλύτερες εναλλακτικές επιλογές, με την λύση η οποία υλοποιήθηκε τελικώς να αποτελεί μια από τις οικονομικά βέλτιστες.

Πέρα από τις παραπάνω πολύ σημαντικές παρατηρήσεις, υπάρχουν ακόμα πολλά ενδιαφέροντα σημεία όπως τα παραδείγματα καλών – και ορισμένες φορές και κακών – εφαρμογών, την απεικόνιση της παρούσας ελληνικής κατάστασης σε θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης αποβλήτων (όχι μόνο των επικίνδυνων αλλά και των αστικών), μελέτες σχετικά με τις δυνατότητες αξιοποίησης του υπόγειου χώρου στην Ελλάδα εκτός της σημερινής χρήσης (κυρίως ορυχεία και τούνελ για αυτοκινητόδρομους) κ.α. Σε περίπτωση που ο αναγνώστης δεν καλυφθεί από τις πληροφορίες που συμπεριλήφθηκαν εντός της διπλωματικής, παραπέμπεται να μελετήσει επιπρόσθετη βιβλιογραφία που παρουσιάζεται στο 7^ο κεφάλαιο.

Τέλος, κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζονται μερικές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα στους επίδοξους ερευνητές που θα θελήσουν να μελετήσουν ορισμένα από τα θέματα που αναπτύχθηκαν σε αυτή τη διπλωματική.

1. Καταγραφή των υπόγειων έργων που έχουν πραγματοποιηθεί στον ελληνικό χώρο
2. Καινοτόμες τεχνικές κατασκευής εξειδικευμένων υπόγειων τεχνικών έργων
3. Καλές και κακές πρακτικές στη διαχείριση αποβλήτων
4. Καλές και κακές πρακτικές στο σχεδιασμό υπόγειου αστικού ιστού
5. Μελέτη διερεύνησης υποδομών που θα μπορούσαν να κατασκευαστούν υπογείως στην περιοχή της Αττικής
6. Καταγραφή των αξιολογήσεων υπόγειων επενδύσεων στον ελληνικό χώρο
7. Καλές και κακές πρακτικές σχετικά με την αξιολόγηση υπόγειων επενδύσεων

Κεφάλαιο 7^ο: Βιβλιογραφία

1. Amantini, E. & Chanfreau, E. (2004). Development and construction of a pilot lined cavern for LNG underground storage. 14th International Conferences and Exhibition on Liquefied Natural Gas, Doha, Qatar, PO-33.
2. Amantini, E.; Chanfreau, E. & Kim, H.Y. (2005). The LNG storage in lined rock cavern: pilot cavern project in Daejeon, South Korea. Proceedings, GASTECH 2005: 21st International Conference and Exhibition for the LNG, LPG and Natural Gas Industries, pp.1-16, Bilbao, Spain.
3. Anderson, U.H. (1989). Steel lined rock caverns. In: Storage of Gases in Rock Caverns, Nilsen, Olsen (Eds.), pp. 1-10, Balkema, Rotterdam.
4. Australian Institute of Mining and Metallurgy (AusIMM), The Valmin Code, 2005. Code for the Technical assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports.
5. Basel Convention Bulletin, 2006.
6. CPA Australia, 2012. Guide to valuation and depreciation under the international accounting standards for the public sector [Draft for comment].
7. Cui et al., 2010. Analysis of Motivations of Developing Underground Pedestrian Systems - Decisive Effect of Weather Conditions. Walk 21 Conference, The Hague, Netherlands pp. 1-10.
8. Dalström, L.O. & Evans, J. (2002). Underground storage of petroleum and natural gas. In: 17th WPC, pp. 128-129, London: Portland Press Ltd.
9. Dalström, L.O. (1992). Rock mechanical consequences of refrigeration – a study based on a pilot scale rock cavern. PhD thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
10. Dobison Ken and Bowen Rod, University of Sydney, The Warren Centre for Advanced Engineering, June 1997. Underground Space in the Urban Environment – Development and Use.
11. Dunlap, D.C., 1951. The appraisal of pipeline rights of way. The Appraisal Journal, July.
12. Ernst and Young, November, 2012. Applying IFRS; Fair Value Measurement.

13. European Commission, community research, 2004. Geological Disposal of Radioactive Wastes Produced by Nuclear Power.
14. Evans David, Stephenson Mike, Shaw Richard, 2009. The presence and future use of 'land' below ground. Land Use Policy Volume 26, Supplement 1, December 2009, Pages S302–S316.
15. Falls Lynne Cowe, Haas Ralph, Tighe Susan, 2004. A comparison of Asset Valuation Methods For Civil Infrastructures. Paper at the Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Quebec.
16. Geotechnical Engineering Office Civil Engineering and Development Department, ARUP, 2009. Enhanced Use of Underground Space in Hong Kong. Executive Summary.
17. Glamheden, R. & Lindblom, U. (2002). Thermal and mechanical behavior of refrigerated caverns in hard rock. Tunneling and Underground Space Technology 17 (4), pp.341-353.
18. Gonen Alper, 2012. Longhole Stopping at the Asikoy Underground Copper Mine in Turkey. InTech.
19. ICAP Group S.A., October, 2006. Financial Ratios Explanation.
20. International Federation of Accountants (IFAC), November, 2010. Project and Investment Appraisal for Sustainable Value Creation. Exposure Draft.
21. International Solid Waste Association (ISWA), January, 2013. Underground Solutions for Urban Waste Management: Status and Perspectives.
22. Johnstone David, Centre for the study of Regulated Industries (CRI), 2003. Replacement Cost Asset Valuation and the Regulation of Energy Infrastructure Tariffs – Theory and Practice in Australia.
23. Kaliambakos D. and Benardos A., “Developing the first underground hazardous waste repository in Greece”, 3rd AMIREG International Conference (2009): Assessing the Footprint of Resource Utilization and Hazardous Waste Management, Athens, Greece
24. Kilburn, L.C. Valuation of Mineral Properties which do not Contain Exploitable Reserves, CIM Bulletin, vol. 83, pp. 90–93, August 1990.
25. KPMG, November, 2013. Fair Value Measurement; Questions and Answers.

26. Lilford and Minnitt, 2005. A comparative study of valuation methodologies for mineral developments.
27. Lilford, E.V. Advanced Considerations, Applications and Methodologies in the Valuation of Mineral Properties. Doctoral thesis submitted to the Faculty of Engineering and the Built Environment, University of the Witwatersrand, Johannesburg 2004.
28. Local Government Capacity Building Project (LGCBP), December, 2010. Fixes Asset Valuation Methodology,
29. Mohapatra Debasish, 2009. Investment Analysis in Mining Industry. Thesis for the Bachelor Degree of Technology in Mining Engineering in the department of mining engineering, National Institute of Technology, Rourkela, India.
30. Monsen, K. & Barton, N. (2001). A numerical study of cryogenic storage in underground excavations with emphasis on the rock joint response, *International Journal of Rock mechanics and Mining Sciences* 38 (7), pp.1035-1045.
31. National Asset Management Steering Group, 2006. New Zealand Infrastructure Asset Valuation and Depreciation; Guidelines.
32. Park Eui-Seob, Chung So-Keul, Lee Dae-Hyuk, Kim Taek-Gon, 2012. Innovative Method of LNG Storage in Underground Lined Rock Caverns. *InTech*.
33. Parker Harvey, *Tunnels et Ouvrages Souterrains*, No 200, 2007. Bold and Visionary Planning of Tunnels and Underground Space.
34. Pasqual Joan, Riera Pere, October, 2005. Underground land value. *Land Use Policy*, Volume 22, Issue 4, Pages 281-390.
35. Roads Liaison Group, The Stationery Office (TSO), July, 2005. Guidance Document for Highway Infrastructure Asset Valuation.
36. Ronka, K., Ritola, J., Rauhala, K., 1998. Underground space in land-use planning. *Tunneling and Underground Space Technology* 13 (1), 39–49.
37. Rundel Dattyn and Poison Robin, Deloitte Energy and Resources, 2010. Determining the fair value of Australia’s water infrastructure assets.
38. Shinobe Alexandre, 1997. Economics of Underground Conversion in an Operating Limestone Mine. Thesis for the Master Degree of Engineering in the Faculty of Graduate Studies and Research, Montreal, Canada.

39. State Highway Administration (SHA), October, 2003. Cost Benefits for Overhead / Underground Utilities: Edward and Kelcey, INC / Exeter Associates, INC, Final Report.
40. Verlaan Jules and de Ridder Hennes, 2008. Infrastructure Asset Management: The Valuation of Complex Objects. Proceedings of the BuHu 8th International Postgraduate Research Conference (IPGRC), Prague, Czech Republic.
41. Wise, Braden, Ghalayini, Grant, Kloss, MacMullan, Morse, Montalto, Nees, Nowak, Peck, Shaikh, Yu, Center for Neighborhood Technology (CNT), 2010. Integrating Valuation Methods to Recognize Green Infrastructure's Multiple Benefits.
42. Ευφραϊμίδης Χαράλαμπος, Περιοδικό «Σκυρόδεμα», τεύχος 3^ο, 2009. Υπόγεια Λατομεία Αδρανών Υλικών.
43. Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2006.
44. Μαυρομιχάλης Δημήτρης – Μάριος, 2010. Κοστολόγηση κατασκευής υπογείου χώρου αποθήκευσης επικίνδυνων αποβλήτων στο Τ.Π.Π.Λ. Διπλωματική εργασία για το Δ.Π.Μ.Σ. Σχεδιασμός και κατασκευή υπόγειων έργων. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, Ελλάδα.