

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:** ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΗΣ  
ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΩΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ ΣΤΑ  
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΟΤΑΞΙΑΣ, ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ &  
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**

**ΦΟΙΤΗΤΗΣ:** ΧΑΡΙΣΗΣ ΑΡΙΣΤΕΙΔΗΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:** ΣΚΑΓΙΑΝΝΗΣ ΠΑΝΤΟΛΕΩΝ

**ΒΟΛΟΣ, 2012**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος των αστικών περιοχών σε συνδυασμό με την έλλειψη ελεύθερων χώρων για την κάλυψη βιοτικών αναγκών, ως αντίκτυποι της γιγάντωσης των αστικών κέντρων, φαίνεται ότι είναι ένα φαινόμενο που θα συνεχίσει να εντείνεται με δυσμενέστερα ακόμη αποτελέσματα. Καθώς όμως οι δύο βασικές πρακτικές που χρησιμοποιήθηκαν για την εξασφάλιση ζωτικού χώρου στις πόλεις φαίνεται να έχουν χάσει την δυναμική τους, αρχίζει να προβάλλει μια νέα εναλλακτική, προερχόμενη από την αξιοποίηση της υπόγειας διάστασης. Μια ορθολογική χρήση του υπεδάφους, δύναται να συμβάλλει ενεργά στην αποσυμφόρηση της κατάστασης στις αστικές περιοχές και κατ' επέκταση στην δημιουργία πιο βιώσιμων πόλεων. Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής, αποτελεί η ανάδειξη των δυνατοτήτων του αστικού υπόγειου χώρου για την εγκατάσταση δραστηριοτήτων οι οποίες δεν είναι αναγκαίο να καταλαμβάνουν τον πολύτιμο επιφανειακό χώρο, μέσα από την μελέτη και ανάλυση της διεθνούς εμπειρίας καθώς και των κρισιμότερων ζητημάτων γύρω από την υπόγεια ανάπτυξη, καταλήγοντας τελικά στην κατάσταση και τις προοπτικές της τελευταίας στην Ελλάδα.

*Λέξεις κλειδιά: υπόγεια ανάπτυξη, υπόγεια πόλη, αστικός υπόγειος χώρος, σχεδιασμός του υπεδάφους*

**ABSTRACT:** The environmental degradation in urban areas in combination with the deficient free grounds for the cover of biotic needs, as impacts of the urban centers burgeoning, seems to be a phenomenon that will continue to raise with even worse results. But as the two principal practices, which were used for ensuring living space in cities, appear to have lost their dynamic, a new alternative derived from the exploitation of underground dimension begins to emerge. A rational use of subsoil, may contribute actively to the decongestion of the situation in urban areas and thus to the creation of more viable cities. The subject of this thesis is to highlight the urban underground space for installation of activities which aren't necessary to occupy valuable surface space, through the study and analysis of international experience as well as the most crucial issues surrounding the underground development, finally concluding in the situation and prospects of the latter in Greece.

*Key words: underground development, underground city, urban underground space, subsurface planning*

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....</b>	<b>I</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>II</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....</b>	<b>II</b>
<b>ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ.....</b>	<b>III</b>
<b>ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ .....</b>	<b>IV</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....</b>	<b>V</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΑΣΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ... 3</b>	
1.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ .....	3
1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ .....	5
1.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΠΟΛΗΣ.....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΕΛΔΦΟΥΣ .. 11</b>	
2.1 ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ .....	11
2.2 ΜΕΣΑΙΩΝΙΚΗ ΕΠΟΧΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ.....	14
2.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ .....	16
2.3.1 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ.....	16
2.3.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ.....	23
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ.....</b>	<b>27</b>
3.1 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΠΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟ .....	27
3.2 ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ .....	30
3.2.1 ΧΩΡΟΙ ΚΑΛΥΜΜΕΝΟΙ ΜΕ ΧΩΜΑ («EARTH-COVERED SPACES»).....	30
3.2.2 ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ («SUBMERGED SPACES»).....	31
3.2.3 ΤΕΛΕΙΩΣ ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ («FULLY UNDERGROUND SPACES»).....	31
3.3 ΠΕΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ .....	32
3.3.1 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....	33
3.3.1.1 ΔΙΚΤΥΑ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ .....	33
3.3.1.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	34
3.3.1.3 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ.....	35
3.3.1.4 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ .....	36
3.3.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ.....	36
3.3.2.1 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ.....	37
3.3.2.2 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ .....	37
3.3.2.3 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ.....	38
3.3.3 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ .....	39
3.3.3.1 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ.....	40

3.3.3.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	40
3.3.3.3 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ.....	41
3.3.4 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΧΡΟΝΟ .....	42
3.3.4.1 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ .....	42
3.3.4.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ.....	44
3.3.4.3 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ.....	45
3.3.5 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ.....	47
3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΠΟΛΕΩΝ: ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΕΙΡΙΑ .....	49
3.4.1 UNDERGROUND MONTREAL CITY – MONTREAL .....	49
3.4.2 Η ΥΠΟΓΕΙΑ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΤΟΡΟΝΤΟ.....	50
3.4.3 SUBTROPOLIS – ΚΑΝΣΑΣ ΗΠΑ .....	52
3.4.4 ΥΠΟΓΕΙΟ ΒΕΡΟΛΙΝΟ.....	53
3.4.5 ΥΠΟΓΕΙΟ ΕΛΣΙΝΚΙ.....	54
3.4.6 COOVER PEDY- ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ.....	55
3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ .....</b>	<b>59</b>
4.1 Η ΝΕΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ.....	60
4.2 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΝΤΑΞΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ .....	61
4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	64
<b>5. Η ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ .....</b>	<b>66</b>
5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ .....	66
5.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ.....	69
5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΛΛΑΔΑ.....</b>	<b>72</b>
6.1 ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΛΕΩΝ .....	72
6.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ ..	73
6.2.1 Η ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ .....	75
6.2.2 ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	77
6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	82
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>83</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ .....</b>	<b>86</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>87</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1: Η ΠΟΛΗ SETENIL ΣΤΗΝ ΑΝΔΑΛΟΥΣΙΑ ΤΗΣ ΙΣΠΑΝΙΑΣ .....	11
ΕΙΚΟΝΑ 2: ΆΛΛΗ ΟΨΗ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ SETENIL .....	11
ΕΙΚΟΝΑ 1: Η ΠΟΛΗ SETENIL ΣΤΗΝ ΑΝΔΑΛΟΥΣΙΑ ΤΗΣ ΙΣΠΑΝΙΑΣ .....	11
ΕΙΚΟΝΑ 4: ΚΑΠΠΑΔΟΚΙΑ ΣΤΗΝ ΤΟΥΡΚΙΑ.....	12
ΕΙΚΟΝΑ 3: ΥΠΟΓΕΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ BULLA REGIA ΤΗΣ ΤΥΝΗΣΙΑΣ .....	12
ΕΙΚΟΝΑ 5: ΠΑΛΑΤΙ ΣΤΟ MESA VERDE ΤΟΥ COLORADO .....	12
ΕΙΚΟΝΑ 6: ΝΑΟΣ ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΣΤΗΝ ΛΑΛΙΜΠΕΛΑ ΤΗΣ ΑΙΘΙΟΠΙΑΣ .....	12
ΕΙΚΟΝΑ 8: ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΤΗΣ ΓΚΙΖΑΣ, ΑΙΓΥΠΤΟΣ .....	13
ΕΙΚΟΝΑ 7: ΠΕΤΡΑ, ΙΟΡΔΑΝΙΑ .....	13
ΕΙΚΟΝΑ 9: ΜΠΟΥΝΤΡΟΥΜΙ ΣΤΟ ΚΑΣΤΡΟ CARLISLE ΣΤΗΝ Μ.ΒΡΕΤΑΝΙΑ .....	15
ΕΙΚΟΝΑ 10: ΜΥΣΤΙΚΗ ΦΥΛΑΚΗ ΣΤΟ ΚΑΣΤΡΟ ΤΟΥ VLAD TERES ΣΤΟ ΒΟΥΚΟΥΡΕΣΤΙ ΤΗΣ ΡΟΥΜΑΝΙΑΣ.....	15
ΕΙΚΟΝΑ 11: ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΣ ΛΟΝΔΙΝΟΥ .....	16
ΕΙΚΟΝΑ 12: ΣΗΡΑΓΓΑ SEIKAN.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 13: ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ .....	19
ΕΙΚΟΝΑ 15: ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΘΑΛΑΜΟΣ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΑ.....	21
ΕΙΚΟΝΑ 14: ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΘΑΛΑΜΟΥ ΤΟΥ ΥΗΣ ΤΟΥ ΡΙΟ ΓΚΡΑΝΤ.. .....	21
ΕΙΚΟΝΑ 16: ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΣΤΟ ΑΛΑΤΩΡΥΧΕΙΟ HERFA-NEURODE .....	21
ΕΙΚΟΝΑ 17: ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ U-2 ΣΤΗΝ ΚΟΡΕΑ .....	22
ΕΙΚΟΝΑ 18: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΓΕΜΑΤΟΥ ΣΤΑΔΙΟΥ.....	23
ΕΙΚΟΝΑ 19: ΥΠΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ .....	24
ΕΙΚΟΝΑ 20: ΜΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΤΗΣ «ALICE CITY» .....	25
ΕΙΚΟΝΑ 21: MECANOO’S LIBRARY ΣΤΟ DELFT ΤΗΣ ΟΛΛΑΝΔΙΑΣ .....	30
ΕΙΚΟΝΑ 22: ΆΠΟΨΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΓΥΑΛΙΝΗ ΠΥΡΑΜΙΔΑ ΣΤΟ ΛΟΥΒΡΟ .....	31
ΕΙΚΟΝΑ 23: ΆΠΟΨΗ ΑΠΟ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ CANARY WHARF ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ.. .....	32
ΕΙΚΟΝΑ 24: ΆΠΟΨΗ ΑΠΟ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΛΣΙΝΚΙ..	34
ΕΙΚΟΝΑ 25: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΤΥΠΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΨΥΞΗΣ .....	35
ΕΙΚΟΝΑ 26: ΆΠΟΨΗ ΠΡΙΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΕΡΓΟ «BIG DIG» ΣΤΗ ΒΟΣΤΩΝΗ .....	37
ΕΙΚΟΝΑ 28: ΆΠΟΨΗ ΤΗΣ ΣΗΜΕΡΙΝΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ «ESTIENNE D’ ORVES» ΣΤΗ ΜΑΣΣΑΛΙΑ .	38
ΕΙΚΟΝΑ 29: ΆΠΟΨΗ ΣΤΑΘΜΟΥ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ .....	39
ΕΙΚΟΝΑ 30: ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΑΠΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΘΑΛΑΜΟ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΤΡΟΝΤΣΑΪΜ ΤΗΣ ΝΟΡΒΗΓΙΑΣ .....	42
ΕΙΚΟΝΑ 31: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΚΟΛΥΜΒΗΤΗΡΙΟΥ «ITÄKESKUS» ΣΤΟ ΕΛΣΙΝΚΙ .....	43
ΕΙΚΟΝΑ 32: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ «MULTI-PURPOSE SPORTS HALL» ΣΤΟ ΣΙΝΤΝΕΪ .....	43
ΕΙΚΟΝΑ 33: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΓΗΠΕΔΟΥ ΣΤΟ ΚΑΤΑΡ .....	43

ΕΙΚΟΝΑ 34: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΣΤΗΝ ΣΑΓΚΑΗ .....	45
ΕΙΚΟΝΑ 35: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΥΝΑΥΛΙΩΝ ΤΗΣ ΦΙΛΑΡΜΟΝΙΚΗΣ ΟΡΧΗΣΤΡΑ ΤΗΣ ΚΟΛΩΝΙΑΣ .....	45
ΕΙΚΟΝΑ 36: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΦΙΛΑΡΜΟΝΙΚΗΣ ΟΡΧΗΣΤΡΑ ΤΗΣ ΚΟΛΩΝΙΑΣ .....	45
ΕΙΚΟΝΑ 37: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΤΩΝ ΚΡΥΣΤΑΛΛΩΝ ΣΤΗΝ ΑΥΣΤΡΙΑ .....	46
ΕΙΚΟΝΑ 38: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ ΤΟΥ ΤΣΟΡΤΣΙΛ ΣΤΟ ΛΟΝΔΙΝΟ.....	46
ΕΙΚΟΝΑ 39: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ «SETTLEMENT» ΣΤΗΝ ΙΣΛΑΝΔΙΑ .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 40: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΜΟΥΣΕΙΟΥ «JOANNEUM» ΣΤΗΝ ΑΥΣΤΡΙΑ .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 41: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ «ΑΝΟΒΕΡΟ» ΣΤΗΝ ΙΝΤΙΑΝΑ .....	47
ΕΙΚΟΝΑ 42: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ «ΕΩΗΑ» ΣΤΗΝ ΚΟΡΕΑ.....	47
ΕΙΚΟΝΑ 43: Η ΒΥΘΙΣΜΕΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ TSUKUBA.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 44: ΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ «NINE HOUSES» ΣΤΗΝ ΕΛΒΕΤΙΑ.....	49
ΕΙΚΟΝΑ 45: ΑΠΟΨΗ ΑΠΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 46: ΥΠΟΓΕΙΟΣ ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΣ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΜΟΝΤΡΕΑΛ .....	50
ΕΙΚΟΝΑ 47: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΟΥ SUBTROPOLIS .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 48: ΑΠΟΨΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ SUBTROPOLIS .....	53
ΕΙΚΟΝΑ 49: ΑΠΟΨΗ ΑΠΟ ΥΠΟΓΕΙΑ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟ COOVER PEDY...	56
ΕΙΚΟΝΑ 50: ΑΠΟΨΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΟΠΑΛΙΟΥ ΣΤΟ COOVER PEDY .....	56

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

ΓΡΑΦΗΜΑ 1: Η ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΤΗ 1950, 2009 ΚΑΙ 2050 .....	3
ΓΡΑΦΗΜΑ 2: Ο ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΤΩΝ 29 ΑΣΤΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΠΟΥ ΑΝΑΜΕΝΕΤΑΙ ΝΑ ΓΙΝΟΥΝ «ΜΕΓΑΠΟΛΕΙΣ» ΤΟ 2025 .....	4

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΗΜΑ 1: ΕΥΠΑΛΙΝΕΙΟ ΟΡΥΓΜΑ .....	14
ΣΧΗΜΑ 2: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΤΗΣ ΜΑΓΧΗΣ.....	17
ΣΧΗΜΑ 3: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΤΟΥ SEIKAN .....	17
ΣΧΗΜΑ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΤΟΥ ΠΟΡΘΟΜΟΥ ΤΟΥ ΓΙΒΡΑΛΤΑΡ.....	18
ΣΧΗΜΑ 5: ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΒΑΣΗΣ ST. GOTTHARD .....	18
ΣΧΗΜΑ 6: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ «KASUMIGAURA».....	20
ΣΧΗΜΑ 7: ΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΕΝΤΡΟ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ SFR .....	21
ΣΧΗΜΑ 8: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ «GJØVIC OLYMPIC MOUNTAIN HALL».....	23
ΣΧΗΜΑ 9: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΙΑΣ ΤΥΠΙΚΗΣ «ALICE CITY».....	25

ΣΧΗΜΑ 10: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΕΝΟΣ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ «URBAN GEO GRID» ΠΟΛΗΣ .....	25
ΣΧΗΜΑ 11: ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ECO-CITY 2020 .....	26
ΣΧΗΜΑ 12: ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ECO-CITY 2020.....	26
ΣΧΗΜΑ 13: ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ .....	32
ΣΧΗΜΑ 14: Η ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΣΤΟ ΒΙΚΙΝΜΑΚΙ ΤΗΣ ΦΙΝΛΑΝΔΙΑΣ.....	35
ΣΧΗΜΑ 15: ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΤΟΥ «SNAKE TUNNEL» ΣΤΗΝ ΣΤΟΚΧΟΛΜΗ .....	36
ΣΧΗΜΑ 16: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΗΣ – ΔΙΑΜΕΤΑΚΟΜΙΣΤΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ «SPRINGFIELD UNDERGROUND» ΣΤΟ ΜΙΖΟΥΡΙ. ....	39
ΣΧΗΜΑ 17: ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ «HØGÅSEN» ΣΤΗΝ ΝΟΡΒΗΓΙΑ.....	40
ΣΧΗΜΑ 18: ΚΑΤΟΨΗ ΤΩΝ ΙΣΟΓΕΙΩΝ (ΕΠΑΝΩ) ΚΑΙ ΤΟΥ ΤΕΤΑΡΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (ΚΑΤΩ) ΤΗΣ ΟΔΟΥ FRIEDRICHSTRASSE ΣΤΟ ΒΕΡΟΛΙΝΟ .....	45
ΣΧΗΜΑ 19: ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΟΥ ΤΟΡΟΝΤΟ ΚΑΤΑ ΤΑ ΕΤΗ 1917, 1971, 1993 ΚΑΙ 2006 .....	51
ΣΧΗΜΑ 20: ΚΑΤΟΨΗ ΤΩΝ ΙΣΟΓΕΙΩΝ (ΕΠΑΝΩ) & ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ -4 (ΚΑΤΩ) ΣΤΗΝ ΟΔΟ FRIEDRICHSTRASSE .....	54
ΣΧΗΜΑ 21: ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΙΣΤΟ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟ ΒΑΘΟΣ.....	57

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

ΧΑΡΤΗΣ 1: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟ 1975 .....	86
ΧΑΡΤΗΣ 2: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟ 2009 .....	86
ΧΑΡΤΗΣ 3: ΑΣΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟ 2025 .....	86
ΧΑΡΤΗΣ 4: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ ΣΤΟ ΕΛΣΙΝΚΙ.....	34
ΧΑΡΤΗΣ 5: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΚΟΠΕΓΧΑΓΗ ....	35
ΧΑΡΤΗΣ 6: ΥΠΑΡΧΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ Μ. ΒΡΕΤΑΝΙΑ .....	42
ΧΑΡΤΗΣ 7: ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΠΟΛΗΣ ΤΟΥ ΕΛΣΙΝΚΙ. .....	55
ΧΑΡΤΗΣ 8: ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ ΣΤΟΝ ΝΟΜΟ ΑΤΤΙΚΗΣ .....	80

## **ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ**

ΑΕ	Ανώνυμη Εταιρεία
ΑΥΧ	Αστικός Υπόγειος Χώρος
ΓΟΚ	Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
ΓΟΚ	Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΔΕΣ	Διεθνής Ένωση Σηράγγων
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΕΣΥΕ	Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπόγειων Έργων
ΕΜΠ	Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΚΕΛΜ	Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Μεταμόρφωσης
ΟΟΣΑ	Οργανισμός για την Οικονομική Συνεργασία και Ανάπτυξη
ΠΑΘΕ	Πάτρα-Αθήνα-Θεσσαλονίκη-Εύζωνες
ΣΔΑΥΧ	Σχέδιο Διαχείρισης Αστικού Υπόγειου Χώρου
ΤΜΧΠΠΑ	Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας & Περιφερειακής Ανάπτυξης
ΥΗΕ	Υδροηλεκτρικό Έργο
ΥΗΣ	Υδροηλεκτρικός Σταθμός
ACUUS	Associated Research Centers for Urban Underground Space
AMFORA	Alternative MultiFunctionele Ondergrondse Ruimte Amsterdam
EEA	European Environment Agency
ITA	International Tunneling Association
NORAD	North American Aerospace Defense Command
SFR	Final Storage For Reactor Waste
UTS	University of Technology Sydney



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παντελή Σκάγιαννη, τόσο για την πολύτιμη καθοδήγησή του όσο και για την επίβλεψη της διπλωματικής εργασίας καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησής της. Επιπλέον, ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Λέκτορα κ. Ανδρέα Μπενάρδο, της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών του ΕΜΠ, για την εποικοδομητική συζήτηση που είχαμε και για το υλικό που με διέθεσε. Επίσης, θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω τη Βιβλιοθηκονόμο της σχολής Εύη Κολοβού για την προθυμία και βοήθειά της όποτε αυτή της ζητήθηκε. Τέλος, και καθώς με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής σηματοδοτείται και η ολοκλήρωση της φοίτησής μου στο ΤΜΧΠΠΑ, οφείλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια και σε όλους τους τομείς, αλλά και τον αδερφό μου και τους φίλους μου, χωρίς τους οποίους η εμπειρία των σπουδών θα ήταν πολύ φτωχή.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο συνεχής έντονος ρυθμός αύξησης του πληθυσμού της γης σε συνδυασμό με την έξαρση του φαινομένου της αστικοποίησης, οδηγούν σε ολοένα και μεγαλύτερα αστικά κέντρα τα οποία μαστιζονται από προβλήματα όπως η ρύπανση, η κυκλοφοριακή συμφόρηση αλλά και η έλλειψη χώρων πρασίνου και γενικά αδόμετων χώρων. Η συνεχής αυτή υποβάθμιση του περιβάλλοντος με την παράλληλη αδυναμία κάλυψης αναγκών ζωτικής σημασίας, καθώς οι ελεύθεροι χώροι μειώνονται δραματικά, δημιουργούν ένα ασφυκτικό κλίμα στους κατοίκους των αστικών κέντρων και αποτελούν ζητήματα, στα οποία αν δεν αποδοθεί η πρέπουσα σημασία μπορούν να επιφέρουν ακόμα και την αποσύνθεση του αστικού ιστού.

Καθώς λοιπόν η εξασφάλιση χώρου μέσω της κατασκευής πολυώροφων κτηρίων και μέσω της ανεξέλεγκτης αστικής διάχυσης σε βάρος της υπαίθρου έχουν απαξιωθεί και κατηγορηθεί για μια σειρά από αρνητικές επιπτώσεις, εμφανίζεται στο προσκήνιο μια άλλη προοπτική αυτή της υπόγειας ανάπτυξης.

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής, αποτελεί η ανάδειξη των δυνατοτήτων που προσφέρονται από τον υπόγειο χώρο, όσον αφορά στην υπόγεια εγκατάσταση δραστηριοτήτων, μέσα από την συγκέντρωση και παρουσίαση της εμπειρίας αξιοποίησης του υπεδάφους, την ανάλυση επιτυχημένων παραδειγμάτων καθώς και την μελέτη των πιο κρίσιμων ζητημάτων που πρέπει να διευθετηθούν για την περαιτέρω ανάπτυξη αυτής της πρακτικής, εστιάζοντας τελικά στην ελληνική πραγματικότητα. Στο σημείο αυτό, κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθεί μια βασική κατηγοριοποίηση των υπόγειων έργων που θα παρουσιαστούν στην εργασία, και η οποία μπορεί να είναι η εξής: α) Δίκτυα, β) Μεγάλα υπόγεια έργα και γ) «Υπόγειες πόλεις». Να διευκρινιστεί ότι η παρούσα εργασία θα ασχοληθεί κυρίως με τις δύο τελευταίες από τις προαναφερθείσες κατηγορίες καθώς η πρώτη, αν και παρουσιάζει προβλήματα, είναι η πιο διαδεδομένη και ήδη ανεπτυγμένη από τις τρεις.

Περνώντας τώρα στην δομή των κεφαλαίων, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στις τάσεις του παγκόσμιου αστικού πληθυσμού, στα προβλήματα που έχουν δημιουργηθεί στις πόλεις εξαιτίας της μετάλλαξής τους και στις διεξόδους που επιλέχθηκαν ως τώρα, αναλύοντας στο τέλος το μοντέλο συμπαγούς πόλης.

Εν συνεχεία, μεταβαίνοντας στο δεύτερο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μια ιστορική αναδρομή της εξέλιξης των χρήσεων του υπεδάφους, τονίζοντας τα σύγχρονα υπόγεια έργα που έχουν πραγματοποιηθεί και παρουσιάζοντας ορισμένα εντυπωσιακά μελλοντικά σχέδια υπόγειων πόλεων.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αφού αναφέρεται το πώς και γιατί ξεκίνησε η έρευνα για τον υπόγειο χώρο και επισημαίνονται οι 3 βασικοί τύποι του, επιχειρείται μια παρουσίαση, με την βοήθεια διεθνών παραδειγμάτων, των βασικότερων αστικών υπόγειων χρήσεων, καταλήγοντας από τα μεμονωμένα υπόγεια έργα σε εκτενή υπόγεια δίκτυα («υπόγειες πόλεις») που έχουν δημιουργηθεί σε ορισμένες περιοχές.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, μελετάται η εισαγωγή της υπόγειας διάστασης στο σχεδιασμό στην πορεία προς μια ορθολογική διαχείριση του ΑΥΧ και αναλύονται οι παράγοντες που δρουν ανασταλτικά ως προς αυτήν την κατεύθυνση.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, συνοψίζονται τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υπόγειας ανάπτυξης, τα οποία εξήχθησαν από την ανάλυση των προηγούμενων κεφαλαίων, και δίνεται έμφαση στον ρόλο και την σημασία της ανθρώπινης ψυχολογίας και φυσιολογίας.

Στο έκτο κεφάλαιο, αναλύονται οι νέες αστικές συνθήκες στην Ελλάδα και η μέχρι τώρα υπόγεια ανάπτυξη, τίθενται κάποιοι προβληματισμοί και παρουσιάζονται τα εμπόδια αλλά και οι προοπτικές, συνοδευόμενες από κάποιες ενδεικτικές προτάσεις, οι οποίες αφορούν στο Λεκανοπέδιο Αττικής όπου συγκεντρώνεται και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο παρατίθενται τα βασικά συμπεράσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

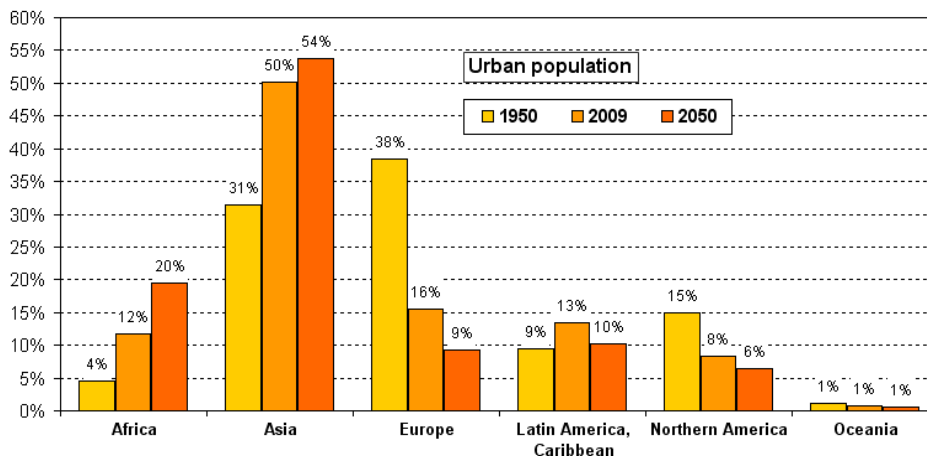
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΑ ΑΣΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ

### 1.1 ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΥ ΑΣΤΙΚΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Ένα από τα σημαντικότερα φαινόμενα των δύο προηγούμενων αιώνων είναι, αναμφίβολα, η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης, σε συνδυασμό με την παράλληλη αύξηση του αστικού πληθυσμού (Μαυρίκος, 2006). Όπως παρατηρεί ο Burgess (2000: 11 στο Jenks & Burgess, 2000), στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα ένα ποσοστό της τάξης του 13% κατοικούσε σε αστικά κέντρα, ενώ στα τέλη του το ποσοστό αυτό είχε φτάσει το 47,5%.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (United Nations, 2011), είναι η πρώτη φορά στην ιστορία που οι αστικές περιοχές φιλοξενούν μεγαλύτερο ποσοστό του παγκόσμιου πληθυσμού (50,5% το 2010) απ' ότι οι αγροτικές. Το φαινόμενο αυτό, αναμένεται να συνεχιστεί και τις επόμενες δεκαετίες λαμβάνοντας χώρα κυρίως στις αναπτυσσόμενες χώρες (Γράφημα 1), όπου ο αστικός πληθυσμός προβλέπεται ότι θα διπλασιαστεί και από τα 2,6 δισεκατομμύρια το 2010 θα φτάσει τα 5,2 το 2050. Στις ανεπτυγμένες χώρες, η αύξηση προβλέπεται πιο συγκρατημένη, από 0,9 δισεκατομμύρια το 2010 στο 1,1 το 2050, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι λόγω του ότι πολλές χώρες χαρακτηρίζονται ήδη από υψηλά επίπεδα αστικοποίησης, ο ρυθμός αύξησης της τελευταίας είναι χαμηλότερος συγκρινόμενος με προηγούμενες δεκαετίες.

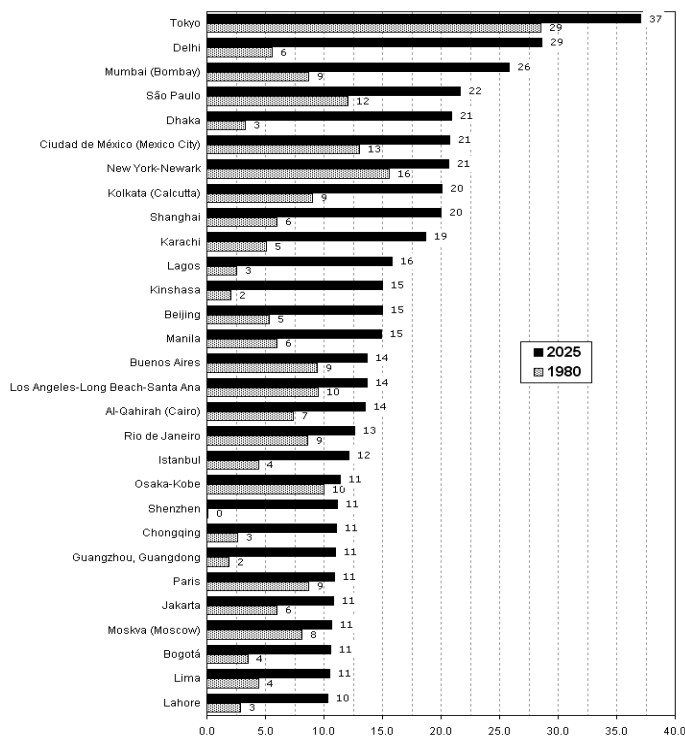
Γράφημα 1: Η γεωγραφική κατανομή του παγκόσμιου αστικού πληθυσμού για τα έτη 1950, 2009 και 2050



Διαδίκτυο: United Nations, 2010

Η αυξανόμενη ροή των ανθρώπων που κινείται από την ενδοχώρα προς το χωριό, από το χωριό στην πόλη και από την πόλη στην μητρόπολη (Besner, 2002), έχει ωθήσει την αστικοποίηση σε άνευ προηγουμένου υψηλά επίπεδα, παράγοντας που με την σειρά του έχει δημιουργήσει τις λεγόμενες «μεγαπόλεις» (megacities<sup>1</sup>) (Παράρτημα Χαρτών: Χάρτες 1,2,3). Χαρακτηριστικό είναι ότι το 1960 υπήρχαν μόνο δύο «μεγαπόλεις», το Τόκιο και η Νέα Υόρκη, (Jenks, 2000 στο Jenks & Burgess, 2000), ενώ σήμερα ο αριθμός των «μεγαπόλεων» έχει φτάσει ήδη τις 21 συμπεριλαμβάνοντας 17 από τον αναπτυσσόμενο κόσμο (United Nations, 2011). Το 2025, αναμένεται να υπάρχουν 29 «μεγαπόλεις» με την πλειοψηφία να συγκεντρώνεται και πάλι στις αναπτυσσόμενες περιοχές (Γράφημα 2). Βέβαια, παρά τον δυναμισμό που εκπέμπουν, οι «μεγαπόλεις» συγκεντρώνουν κάτι λιγότερο από το 10% του παγκόσμιου αστικού πληθυσμού αφού η πλειονότητα του τελευταίου στην Ευρώπη αλλά και την Αφρική κατοικεί σε μικρές πόλεις (με λιγότερο από μισό εκατομμύριο πληθυσμό).

Γράφημα 2: Ο πληθυσμός των 29 αστικών κέντρων που αναμένεται να γίνουν «μεγαπόλεις» το 2025 (Διαδίκτυο: United Nations, 2010)



<sup>1</sup> Ως Megacity («Μεγαπόλη») εννοείται μια πόλη με τουλάχιστον 10 εκατομμύρια κατοίκους (Πηγή: United Nations, 2011)

## 1.2 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΑΣΤΙΚΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

Η ραγδαία αύξηση του πληθυσμού της γης και η έκρηξη του ρυθμού αστικοποίησης έχουν οδηγήσει στη μετάλλαξη των πόλεων (Γοσποδίνη & Μπεριάτος, 2006), δημιουργώντας παράλληλα μια σειρά από νέα προβλήματα για τις αστικές περιοχές. Τα κυριότερα από αυτά, σχετίζονται, με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος (υψηλότερα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης κτλ) και συνακόλουθα της ποιότητας ζωής των κατοίκων, την έλλειψη χώρων πρασίνου αλλά και γενικότερα χώρου για την κάλυψη των ζωτικών αναγκών, με τον κυκλοφοριακό φόρτο που δημιουργήθηκε αλλά και με τις ανεπαρκείς προμήθειες νερού (Parriaux κ.ά., 2006). Όπως αναφέρει και ο Besner (2002), οι πόλεις καταναλώνουν το 75% των παγκόσμιων πόρων ενώ παράλληλα, παράγεται σε αυτές και η πλειοψηφία των αποβλήτων. Επιπλέον, οι πόλεις, είναι οι βασικές υπαίτιες για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Οι δύο τρόποι που έως σήμερα επιλέχθηκαν για να αντιμετωπίσουν τα διάφορα προβλήματα, και κυρίως την συνεχή ζήτηση για χώρο, ήταν η εντατική και η εκτατική ανάπτυξη.

Η πρώτη πραγματοποιείται μέσω ευνοϊκών ρυθμίσεων στους όρους δόμησης και με μηδενική αύξηση της πολεοδομημένης γης (Οικονόμου, 2008). Παρόλο όμως που η κατασκευή πολυώροφων κτηρίων έδωσε λύσεις αρκετές φορές, είναι μια πρακτική η οποία αφενός έχει αρχίσει να εξαντλείται, μιας και χρησιμοποιήθηκε αρκετά στο παρελθόν, αφετέρου δεν παρέχει ευελιξία για την εγκατάσταση διαφόρων χρήσεων, ενώ ταυτόχρονα είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση σημαντικών προβλημάτων που σχετίζονται με την υποβάθμιση του αστικού τοπίου και γενικότερα της ποιότητας ζωής (Μαυρίκος, 2006). Όπως αναφέρει και ο Δοξιάδης (Doxiadis, 1973) τα πολυώροφα κτήρια:

- ο Δρουν ενάντια στο περιβάλλον καταστρέφοντας την κλίμακα του φυσικού τοπίου, παρακωλύοντας έτσι την ομαλή κυκλοφορία του αέρα, δημιουργώντας παράλληλα προβλήματα ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- ο Απομονώνουν τον άνθρωπο, γεγονός με αρνητικές συνέπειες για όλους αλλά κυρίως για τα παιδιά, με αντίκτυπο την αύξηση της εγκληματικότητας κτλ.

- Δρουν ενάντια στην κοινωνία εμποδίζοντας κοινωνικές ομάδες όπως η οικογένεια, η γειτονιά κτλ από το να λειτουργούν τόσο φυσιολογικά όσο πριν.
- Οδηγούν σε υψηλότερες πυκνότητες, κυκλοφοριακό φόρτο και εν τέλει σε ακριβότερες και προβληματικότερες εγκαταστάσεις δικτύων.
- Καταστρέφουν την αστική ταυτότητα και κληρονομιά θάβοντας στην σκιά τους αξίες που δέσποζαν στο παρελθόν (ναοί, δημαρχεία κτλ). Επιπροσθέτως, σε περίπτωση σεισμού μπορεί να προκληθούν απρόβλεπτα προβλήματα τόσο στα ίδια τα πολυώροφα κτήρια όσο και στο άμεσο περιβάλλον τους.

Η εκτατική ανάπτυξη, πραγματοποιείται, μέσω της επέκτασης της πόλης και ειδικότερα των αστικών χρήσεων στον εξωαστικό χώρο, μετατρέποντας έτσι τον υπαίθρο χώρο σε αστική γη (Οικονόμου, 2008). Η «οριζόντια» αυτή επέκταση, με την ταχεία ανάπτυξη δρόμων και κτηρίων, εισέβαλε στο τοπίο και έγινε ένα αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό των τελευταίων δεκαετιών (Durmisevic, 1999).

Η πρακτική αυτή, χαρακτηρίστηκε στον ανεπτυγμένο κόσμο από τον όρο «αστική διάχυση»<sup>2</sup>, και αποτέλεσε την κύρια μορφή αστικής ανάπτυξης. Η έννοια της αστικής διάχυσης (urban sprawl), δεν περιγράφεται από έναν και μοναδικό ορισμό αλλά σύμφωνα με τον Gillham (2002) υπάρχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά όπως είναι η χαμηλή πυκνότητα, ότι ευνοείται η χρήση του αυτοκινήτου και πιθανότατα ένα «διάσπαρτο» και «απρογραμμαμμάτιστο» πρότυπο.

Ένας από τους πιο ευρέως αποδεκτούς χαρακτηρισμούς, έχει δοθεί από τον καθηγητή Ewing Reid ο οποίος ανέφερε τις τέσσερις παρακάτω μορφές ανάπτυξης ως τις πλέον χαρακτηριστικές της διάχυσης (Gillham, 2002):

- Την διάσπαρτη (scattered) ή αποσπασματική (leapfrog).
- Την γραμμική ή σε λωρίδες (strip).
- Χαμηλής πυκνότητας.

---

<sup>2</sup> Το Ευρωπαϊκό Γραφείο Περιβάλλοντος (ΕΕΑ, 2006: 6) περιγράφει την αστική διάχυση ως «την χαμηλής πυκνότητας επέκταση μεγάλων αστικών συγκεντρώσεων, συνεπικουρούμενη από τις συνθήκες της αγοράς, κυρίως εντός των αγροτικών περιοχών. Αποτελεί την αιχμή της αστικής μεγέθυνσης και εισάγει τον ελάχιστο σχεδιασμό στην υποεπένδυση της γης. Η ανάπτυξη είναι ανομοιομορφη, διασκορπισμένη και εξαρτημένη με τάση για ασυνέχεια».

- ο Μεγάλων εκτάσεων με ενιαία χρήση.

Τα οφέλη αυτού του είδους ανάπτυξης, τα οποία απαντώνται κυρίως σε ατομικό επίπεδο, διατυπώνονται από τους Burchell & Mukherji (2003) οι οποίοι εξηγούν ότι μέσω της αστικής διάχυσης οι άνθρωποι απέκτησαν πρόσβαση σε λιγότερο ακριβές μονοκατοικίες, τοποθετημένες εκτός του αστικού κέντρου αποφεύγοντας έτσι αρνητικούς παράγοντες όπως η εγκληματικότητα, η φτώχεια κτλ ενώ παράλληλα οι αυτοκινητόδρομοι και τα προσωπικά μέσα μεταφοράς τους παρείχαν μεγάλη ελευθερία μετακινήσεων. Τον αντίκτυπο των προαναφερθέντων πλεονεκτημάτων, αποτελούν, οι σοβαρές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις του φαινομένου, παράμετροι οι οποίες οδήγησαν στις κριτικές που υπόκεινται η εν λόγω πρακτική τα τελευταία χρόνια (Arbury, 2005). Σύμφωνα με την Durmisevic (1999), η επέκταση των ορίων της πόλης δεν λύνει τα προβλήματα απλώς τα αναβάλλει ή τα μετακινεί ενώ οι πόλεις που αναπτύχθηκαν με αυτόν τον τρόπο δεν συνάδουν με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης (Pieggick κ.ά., 2006).

### 1.3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΥΜΠΑΓΟΥΣ ΠΟΛΗΣ

Ο αυξανόμενος σκεπτικισμός για την συνεχή εξάπλωση των πόλεων και τις δυσμενείς επιπτώσεις της, καθώς και η τάση για αειφορικές (βιώσιμες) πόλεις, αποτέλεσαν την κινητήρια δύναμη για την διαμόρφωση της ιδέας των συμπαγών πόλεων (compact cities). Το μοντέλο της συμπαγούς πόλης, αποτελεί την κύρια προτεινόμενη εναλλακτική λύση στην αστική διάχυση (Arbury, 2005).

Σύμφωνα με τον Beatley (2000) οι πόλεις αποτελούν την μεγαλύτερή μας ελπίδα για την επίτευξη ενός πιο βιώσιμου μέλλοντος για τον πλανήτη, και για το λόγο αυτό πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ως κομβικοί παράγοντες, ενώ παράλληλα, σύμφωνα με μια αναφορά των Marcotullio & Boyle (2003) πάνω στα αστικά οικοσυστήματα «*η βιωσιμότητα μπορεί να επιτευχθεί μόνο εάν οι πόλεις προσεγγισθούν ως συστήματα και συστατικά των ένθετων συστημάτων σε οικολογική ισορροπία μεταξύ τους*» (Newman & Jennings, 2008: 3).

Η πρόταση για συμπαγή αστική ανάπτυξη ενσωματώνεται πρώτη φορά σε πολιτικό κείμενο από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή το 1990 στο «Πράσινο βιβλίο για το αστικό περιβάλλον», περιγράφοντάς την ως την ιδανική αστική μορφή για την προοπτική της



βιώσιμης ανάπτυξης των ευρωπαϊκών πόλεων, ενώ τέτοιου είδους προτάσεις συνεχίστηκαν και σε μια σειρά άλλων κειμένων της.

Η μέχρι σήμερα επιστημονική έρευνα και αναζήτηση, όσον αφορά στην βιωσιμότητα, τείνει να συμφωνήσει σε συνεκτικότερες αστικές διατάξεις και υψηλότερες πυκνότητες, που μπορούν να δημιουργήσουν ποικιλομορφία και μικτές χρήσεις γης, να ενθαρρύνουν την βιώσιμη κινητικότητα και τελικά να προκαλέσουν μικρότερη κατανάλωση πόρων, προστασία των γεωργικών, δασικών, και αδόμητων εκτάσεων κλπ (Jenks κ.ά., 1996). Ο οικολόγος του αστικού χώρου Herbert Girardet (2004/2008) απέδειξε ότι η λύση βρίσκεται στις πόλεις που θα αποκτήσουν έναν «κυκλικό μεταβολισμό», και όχι σε αυτές που χαρακτηρίζονται από γραμμική ανάπτυξη, θα καταφέρουν δηλαδή να περιορίσουν την κατανάλωση αλλά και θα μεγιστοποιήσουν την επαναχρησιμοποίηση των φυσικών πόρων, την ανακύκλωση των υλικών, την μείωση των αποβλήτων και την εξοικονόμηση ενέργειας.

Οι συμπαγείς πόλεις, ως χωρικές μορφές, απεικονίζονται ως η μετεξέλιξη της παραδοσιακής ευρωπαϊκής πόλης του 19ου αιώνα και του πρόωρου 20ου αιώνα. Προέκυψαν αρχικά από την δημιουργική εργασία της Jane Jacobs (1961), που πρώτη παρουσίασε μια θεμελιώδη κριτική της ως τότε φορμαλιστικής θεώρησης του χωρικού σχεδιασμού. Στην συνέχεια, έλαβαν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά από τους Dantzing & Saaty (1973, στο Breheny, 1996) οι οποίοι μέσα από την «συμπαγή τους πόλη» στόχευαν στη μείωση της αστικής διάχυσης και τη διατήρηση των αγροτικών εκτάσεων στην περιφέρεια των πόλεων. Η πρότασή τους, σχετίζεται, με την κατασκευή ενός «κυλίνδρου» οχτώ επιπέδων και πλάτους 2 μιλίων (περίπου 3.2 χλμ), ο οποίος θα φιλοξενεί 250.000 άτομα. Έτσι, και σε συνδυασμό με το ελεγχόμενο στο εσωτερικό του κλίμα, θα μειωθούν οι αποστάσεις από το ένα σημείο στο άλλο και επακόλουθα και η ενεργειακή κατανάλωση.

Ο Newton (2000 στο Williams, Burton & Jenks, 2000), διατυπώνει ότι η συμπαγής ή συνεκτική πόλη προκύπτει ως η πιο οικονομική αστική δομή για την ενεργειακή κατανάλωση, τη ζήτηση για μετακίνηση, τη παροχή βιώσιμων μεταφορών και γενικά την αποδοτικότητα των πόρων, υποστηρίζοντας παράλληλα ότι προάγει την κοινωνική δικαιοσύνη, τη δυνατότητα πρόσβασης και την οικονομική βιωσιμότητα.

Επιπλέον, ο Newman προσδίδει τα εξής χαρακτηριστικά (2005):

- Υψηλές πυκνότητες για κατοικία και απασχόληση (εργασία).
- Μικτές χρήσεις γης στη μικρή (ανθρώπινη) κλίμακα.
- Αυξημένες κοινωνικές και οικονομικές αλληλεπιδράσεις.
- Συνεχής αστική δομή (συνεκτικότητα).
- Συγκεντρωμένη αστική ανάπτυξη που οριοθετείται από τα σαφή όρια.
- Απαραίτητες αστικές υποδομές (ειδικά αποχετεύσεων και ύδρευσης.)
- Πολλαπλά μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Δυνατότητα και ευκολία πρόσβασης (τοπική και περιφερειακή).
- Υψηλός βαθμός διασύνδεσης των οδών, συμπεριλαμβανομένων των πεζοδρομίων και των ποδηλατοδρόμων.
- Υψηλό ποσοστό κάλυψης των επιφανειών.
- Ικανοί και ποιοτικοί ανοικτοί χώροι.
- Συντονισμένος και ολοκληρωμένος χωρικός σχεδιασμός.
- Ικανοποιητική κυβερνητική ικανότητα για χρηματοδότηση των αστικών υποδομών.

Βασική προϋπόθεση για την δημιουργία μιας αστικής περιοχής υψηλών πυκνοτήτων με σαφή όρια και υψηλό επίπεδο ποιότητας ζωής είναι η επανάχρηση των «brownfields»<sup>3</sup> (Μηλάκης, 2006), που συνήθως βρίσκονται στους πυρήνες των αστικών περιοχών. Η επανάχρηση των “brownfields” για βιομηχανικούς, εμπορικούς και οικιστικούς σκοπούς, αλλά και η μετατροπή τους σε χώρους πρασίνου, παρέχουν πολλά κοινωνικά, περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη (De Sousa, 2003).

Φυσικά, δεν υποστηρίζουν όλοι την εφικτότητα της στροφής προς μια συμπαγή πόλη καθώς και ότι τα αποτελέσματα, εάν τελικώς πραγματοποιηθεί, θα είναι απαραίτητως θετικά. Σε μια κριτική προσέγγιση του συμπαγούς πολεοδομικού μοντέλου που έγινε από τους Μπαρμπόπουλο, Μηλάκη και Βλαστό (Μπαρμπόπουλος κ.ά., 2005) διατυπώνεται και αναλύεται η άποψη ότι εκτός των μεθοδολογικών προβλημάτων και

---

<sup>3</sup> Ως “brownfields” ορίζονται οι περιοχές που είχαν αναπτυχθεί κατά το παρελθόν και καταλαμβάνονταν, ή καταλαμβάνονται, από εγκαταλελειμμένες, αδρανείς ή υπο-χρησιμοποιημένες βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις, οι οποίες δύναται να έχουν προκαλέσει περιβαλλοντική ρύπανση (De Sousa, 2003)

των αντιφατικών αποτελεσμάτων, όσον αφορά στις υποτιθέμενες ενεργειακές ωφέλειες της συμπαγούς πόλης, είναι αμφίβολο και το αν ένα τέτοιο μοντέλο υψηλής πυκνότητας θα γίνει κοινωνικά αποδεκτό. Επιπλέον, αμφισβητείται και η εφικτότητα υλοποίησης του μοντέλου, αναφέροντας ότι σε μια παγκοσμιοποιημένη αγορά η επιρροή των πολεοδομικών πολιτικών για την συγκέντρωση των λειτουργιών θα είναι χαμηλή, καθώς και το επιχείρημα επίτευξης κοινωνικής συνοχής, μιας και όπως υποστηρίζουν δεν λαμβάνονται επαρκώς υπόψη οι πολύπλοκες πολεοδομικές και πολιτισμικές διαστάσεις του συγκεκριμένου φαινομένου (Μπαρμπόπουλος κ.ά., 2005).

Γενικά, οι κριτικές αυτές του μοντέλου συμπαγούς πόλης, δεν έγιναν για να υποστηρίξουν την επιστροφή ή συνέχιση αυτού της αστικής διάχυσης, αλλά περισσότερο για να εξετάσουν το κατά πόσον η εντατικοποίηση μπορεί να φέρει εις πέρας τις υποσχέσεις της οδηγώντας τελικά σε ένα πιο βιώσιμο αστικό μέλλον. (Breheny, 1996)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΤΟΥ ΥΠΕΔΑΦΟΥΣ

### 2.1 ΟΙ ΠΡΩΤΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Η χρησιμοποίηση του υπόγειου χώρου από τον άνθρωπο, είναι ένα φαινόμενο, του οποίου η απαρχή χρονολογείται από τα πρώτα κίβλας βήματα του ανθρώπινου είδους. Οι διάφορες κοιλότητες του εδάφους καθώς και οι σπηλιές, αποτέλεσαν ιδανικό καταφύγιο για την προστασία του πρωτόγονου ανθρώπου από τα διάφορα φυσικά φαινόμενα και τα άγρια θηρία της εποχής. Η κατοικία λοιπόν, αποτελεί, μια από τις πρώτες καταγεγραμμένες χρήσεις του υπόγειου χώρου (Carmody & Sterling, 1993).

Στην Ευρώπη, τα πιο γνωστά σπήλαια αναμφισβήτητα είναι αυτά της περιοχής Λασκό (Lascaux) στη Γαλλία ανεξαρτήτως του γεγονότος ότι δεν έχει αποδειχθεί ότι κατοικούνταν (είτε μόνιμα είτε περιοδικά). Επιπλέον, είναι γνωστό, ότι σχεδόν σε κάθε Μεσογειακή χώρα υπήρχε ένας μεγάλος αριθμός κατοίκων που ζούσαν σε σπηλιές από λαξευμένο βράχο, αριθμός, που όπως είναι λογικό, έχει μειωθεί δραματικά στις μέρες μας αφήνοντας πίσω του κτίσματα όπως αυτά στην Ανδαλουσία της Ισπανίας (Εικόνες 1,2) (Meijenfeldt, 2003). Μερικές ακόμα αξιόλογες υπόγειες κατασκευές είναι αυτές στην Bulla Regia της Τυνησίας αλλά και στην Καππαδοκία της Τουρκίας (Εικόνες 3, 4 αντιστοίχως). Η πρώτη, δημιουργήθηκε από τους Ρωμαίους μεταξύ 2<sup>ου</sup> και 5<sup>ου</sup> αιώνα, με σκοπό την κατοίκηση υπερπηδώντας παράλληλα το εμπόδιο του πολύ ζεστού και ξηρού κλίματος που επικρατούσε (Erdem & Erdem, 2005) . Η Καππαδοκία, ξεκίνησε να εξελίσσεται το 400 μΧ., κατά την Βυζαντινή περίοδο, όπου οι κάτοικοι σμίλεψαν τον μαλακό βράχο και τον μετέτρεψαν σε εκκλησίες, μοναστήρια αλλά και σε τόπο διαμονής (Erdem & Erdem, 2005).

Εικόνα 1: Η πόλη Setenil στην Ανδαλουσία της Ισπανίας  
(Διαδίκτυο: Decobook, 2010)



Εικόνα 2: Άλλη όψη της πόλης Setenil  
(Διαδίκτυο: Decobook, 2010)



Εικόνα 3: Υπόγεια κατοικία στην Bulla Regia της Τυνησίας (Διαδίκτυο: Footootjes, 2009)



Εικόνα 4: Καππαδοκία στην Τουρκία (Διαδίκτυο: ESPN, 2011)



Το υπέδαφος, χρησιμοποιούνταν επίσης από διάφορους λαούς ως ένας χώρος λατρείας, λόγω της απομόνωσης που προσέφερε από τον περιβάλλοντα χώρο και σε συνδυασμό με την άμεση επαφή με την Μητέρα Φύση. Τέτοιοι χώροι ανακαλύφθηκαν για παράδειγμα στα πουέμπλο (pueblos) Chaco Canyon και Mesa Verde των Anasazi Ινδιάνων (Εικόνα 5), κοντά στην Λαλιμπέλα της Αιθιοπίας (Εικόνα 6), όπου επρόκειτο για χριστιανικούς ναούς λαξευμένους σε βράχο, καθώς και στην Ινδία κατέχοντας ιδιαίτερη πνευματική σημασία τόσο για το Βουδισμό όσο και για τον Ινδουισμό. (Meijenfeldt, 2003)

Εικόνα 5: Παλάτι στο Mesa Verde του Colorado (Διαδίκτυο: Select Stone, 2010)



Εικόνα 6: Ναός Αγίου Γεωργίου στην Λαλιμπέλα της Αιθιοπίας (Διαδίκτυο: Βικιπαίδεια, 2012)



Εκτός όμως από χώρο λατρείας, σε πολλές περιπτώσεις, ο υπόγειος χώρος αποτέλεσε και χώρο ανάπαυσης των νεκρών. Αξιοσημείωτο παράδειγμα, αποτελούν τα επιβλητικά ταφικά μνημεία, στην Πέτρα της Ιορδανίας, χαρακτηριζόμενα από τις διακοσμημένες και λαξευμένες προσόψεις (Εικόνα 7) τα οποία χρονολογούνται εδώ και 2000 χρόνια. Επιπλέον, είναι γνωστό, ότι η ταφή των Φαραώ στην αρχαία Αίγυπτο γινόταν υπόγεια και μάλιστα μέσα στις επιβλητικές πυραμίδες (Εικόνα 8) και αργότερα σε τάφους-ναούς λαξευμένους στους βράχους. (Meijenfeldt, 2003)



Εικόνα 7: Πέτρα, Ιορδανία (Διαδίκτυο: Sacred Destinations. 2009)



Εικόνα 8: Πυραμίδα της Γκίζας, Αίγυπτος (Διαδίκτυο: Talking Pyramids, 2012)

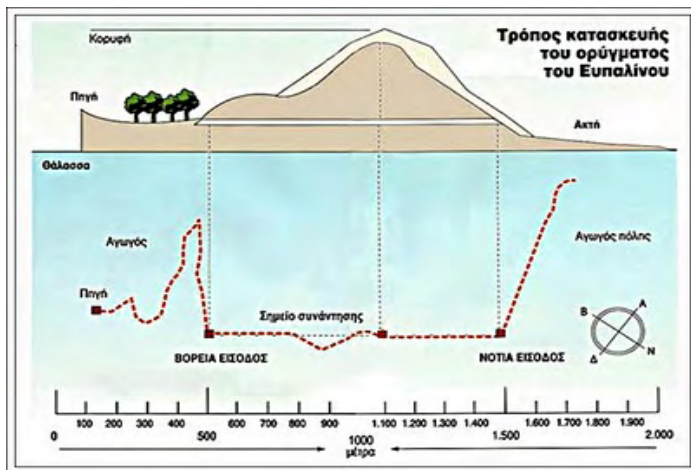


Με την πάροδο των χρόνων, η εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού, έφερε ως αποτέλεσμα την εγκατάλειψη σταδιακά του υπόγειου χώρου ως τόπου διαμονής και την εγκατάσταση των ανθρώπων σε αυτοσχέδιες κατασκευές στην επιφάνεια του εδάφους. Φυσικά, το γεγονός αυτό, δεν συνεπάγεται ότι οι άνθρωποι αποκόπηκαν από τον υπόγειο χώρο μιας και η εξόρυξη και εκμετάλλευση των διαφόρων ορυκτών υλικών θα διαδραμάτιζε καθοριστικό ρόλο στην κάλυψη άμεσων αλλά και έμμεσων αναγκών (Μαυρίκος, 2006).

Η πρώτη καταγραφή υπόγειου έργου, απαντάται στην περιοχή Bomvu Ridge της Σουαζιλάνδης το 40.000 π.Χ., όπου πραγματοποιούνταν εξορύξεις διακοσμητικού αιματίτη (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2003). Εκτός από τα έργα που σχετίζονταν με την μεταλλευτική, έχουν καταγραφεί και άλλα σημαντικά έργα με σκοπό την εξυπηρέτηση περαιτέρω αναγκών, όπως είναι για παράδειγμα οι υπόγειοι λατρευτικοί διάδρομοι στην Μάλτα (περίπου 5000 π.Χ.), η σήραγγα 1χλμ κάτω από τον ποταμό Ευφράτη στην αρχαία Βαβυλώνα (περίπου το 2180 π.Χ.), η οποία κατασκευάστηκε για να ενώσει το παλάτι με το ναό, καθώς και η σήραγγα μήκους 1.6 χλμ στην περιοχή Pausilippo (περίπου 36 π.Χ.), με την τελευταία να αποτελεί μάλιστα ένα από τα μεγαλύτερα τεχνικά έργα των Ρωμαϊκών χρόνων (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2003).

Βεβαίως, υπόγειες κατασκευές είχαν δημιουργηθεί και στον ελληνικό χώρο. Από τα πιο γνωστά υπόγεια έργα, είναι αυτά που εντοπίζονται στην περιοχή των μεταλλείων του Λαυρίου, τα οποία χρονολογούνται το 2000 π.Χ., ενώ έχουν καταμετρηθεί περίπου 2000 φρεάτια με ορισμένα να φτάνουν σε βάθος τα 120 μέτρα. Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί η κατασκευή του Αδριάνειου υδραγωγείου της Αθήνας κατά τον 2ο αιώνα μ.Χ., το οποίο αποτελούνταν από ένα εκτεταμένο δίκτυο σηράγγων για την υδροδότηση της πόλης ενώ παράλληλα δημιουργήθηκαν και δύο σήραγγες μεταφοράς

νερού από τις πηγές της Στυμφαλίας στην αρχαία Κόρινθο (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010). Τέλος, δεν δύναται να μην αναφερθεί ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα της αρχαιότητας, το Ευπαλίνειο όρυγμα (Σχήμα 1), μιας σήραγγας ενός χιλιομέτρου και διατομής  $3,5 \text{ m}^2$  για την ύδρευση της πόλης της Σάμου, της οποίας η διάνοιξη πραγματοποιήθηκε από δύο μέτωπα με απόκλιση από τον άξονα μόλις 0,8 μέτρα (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010).



Σχήμα 1: Ευπαλίνειο Όρυγμα

(Διαδίκτυο: Μονοπάτι μας, 2011)

## 2.2 ΜΕΣΑΙΩΝΙΚΗ ΕΠΟΧΗ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΠΑΝΑΣΤΑΣΗΣ

Προτού αναλυθεί η κομβική σημασία της βιομηχανικής επανάστασης στην ανάπτυξη νέων χρήσεων στον υπόγειο χώρο, κρίθηκε ενδιαφέρον να αναφερθεί μια χρήση που άκμασε κατά την Μεσαιωνική εποχή, κυρίως σε κάστρα, και έχει διαδραματίσει ιδιαίτερος σημαντικό ρόλο στην αρνητική αντίληψη του υπόγειου χώρου ως ένα «σκοτεινό και τρομακτικό» μέρος.

Η ανωτέρω περιγραφή σχετίζεται φυσικά με τον ρόλο που κατείχε το υπέδαφος ως μπουντρούμι (dungeon ή αλλιώς oubliette)<sup>4</sup> (Εικόνα 9). Τα μπουντρούμια, δημιουργήθηκαν σε ορισμένα κάστρα (κυρίως της Σκωτίας), αν και η φυλάκιση δεν ήταν διαδεδομένη ως είδος ποινής τα Μεσαιωνικά χρόνια, και ήταν συνήθως σκοτεινές υπόγειες φυλακές που κρατούσαν τους φυλακισμένους σε απομόνωση για περιόδους

<sup>4</sup> Η λέξη «Dungeon» προέρχεται από την αρχαία γαλλική λέξη «Donjon» που χρησιμοποιούνταν για να περιγράψει τον οχυρωμένο πύργο («keep» στα αγγλικά) ενώ το «Oubliette», το οποίο αποτελεί και την πιο συγγενή μετάφραση στα γαλλικά του αγγλικού «Dungeon», σημαίνει «ξεχασμένο μέρος» την πρακτική σημασία του οποίου αντιλαμβάνονταν ορισμένοι άτυχοι φυλακισμένοι οι οποίοι αφήνονταν στα υπόγεια μπουντρούμια μέχρι να πεθάνουν. [Πηγή: (Διαδίκτυο: Wikipedia, 2012a· Διαδίκτυο: Bellerby, 2009)]

που κυμαίνονται από λίγες ώρες έως και πολλά χρόνια. Η απομόνωση αυτή, ήταν τις περισσότερες φορές, στο απόλυτο σκοτάδι (Εικόνα 10) ενώ άλλες φορές περιελάμβανε και βασανιστήρια γεγονόσ που εξάπτει ακόμα περισσότερο τις ανθρώπινες φοβίες. (Διαδίκτυο: Wikipedia, 2012a· Διαδίκτυο: Oracle Education Foundation, 2011· Διαδίκτυο: Bellerby, 2009)

Εικόνα 9: Μπουντρούμι στο κάστρο Carlisle στην Μ.Βρετανία (Διαδίκτυο: Everyman's Prey, 2010)



Εικόνα 10: Μυστική φυλακή στο κάστρο του Vlad Tepes στο Βουκουρέστι της Ρουμανίας (Διαδίκτυο: History Channel, 2007)



Δυο από τα διασημότερα Μεσαιωνικά μπουντρούμια, είναι ο Πύργος του Λονδίνου (Tower of London) και η Βαστίλη (Bastille ή επισήμως Bastion de Saint-Antoine ) στο Παρίσι. Ο πρώτος, κατασκευάστηκε το 1080 μ.Χ., κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Γουλιέλμου του Κατακτητή, και επρόκειτο για ένα φρούριο που θα βοηθούσε τον βασιλιά να διατηρήσει τον έλεγχο του πρόσφατα κερδισμένου θρόνου του. Η Βαστίλη δημιουργήθηκε κατά τον Εκατονταετή πόλεμο, μεταξύ του 1370 και 1383, και ο αρχικός της σκοπός ήταν να προστατεύσει την πόλη κατά την διάρκεια αυτού του πολέμου. (Διαδίκτυο: Wikipedia, 2012a· Διαδίκτυο: Bellerby, 2009)

Η βιομηχανική επανάσταση, συνοδεύτηκε από ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της παραγωγής και των κατασκευών, επηρεάζοντας έτσι και τις χρήσεις που επικρατούσαν μέχρι τότε στον υπόγειο χώρο. Τα πρώτα ουσιαστικά βήματα για την κατασκευή υπόγειων έργων αποτέλεσαν γεγονός και είχαν συγκοινωνιακό κυρίως χαρακτήρα (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010), με την κατασκευή υπόγειων και μητροπολιτικών σιδηρόδρομων να ξεκινάει στα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα στην Ευρώπη και εν συνεχεία στην Βόρεια Αμερική ενώ στην Ασία υπόγειες σήραγγες μεταφοράς δημιουργήθηκαν το 1930 στην Ιαπωνία ακολουθούμενη από την Κίνα το 1966 (Mulder κ.ά., 2007).

Η πρώτη σιδηροδρομική σήραγγα δημιουργήθηκε στο Λονδίνο, ξεκινώντας την διάνοιξη της το 1825 και ολοκληρώνοντάς την, ύστερα από μια σειρά προβλημάτων, το



1843 (Μαυρίκος, 2006). Τα εγκαίνια του πρώτου υπόγειου σιδηρόδρομου (Εικόνα 11) έλαβαν χώρα στο Λονδίνο το 1863, με μια γραμμή μόλις 6 χλμ (Διαδίκτυο: Transport for London, 2010), ενώ αντίστοιχα έργα τέθηκαν σε λειτουργία στη Νέα Υόρκη (1868), στο Σικάγο (1892), στην Αθήνα (1895), στη Γλασκώβη (1896), στη Βοστώνη (1897), στο Παρίσι (1900) και στο Ανατολικό Βερολίνο (1902) (Μαυρίκος, 2006).



Εικόνα 11: Υπόγειος σιδηρόδρομος Λονδίνου

(Διαδίκτυο: London Transport Museum, 2007)

Σημαντικές κατασκευές αποτελούν επιπλέον, η σήραγγα του Mont Cenis (1857-1871) η οποία αποσκοπούσε στη ένωση Γαλλίας-Ιταλίας μέσω Άλπεων (Διαδίκτυο: Encyclopedia Britannica, 2012), η σιδηροδρομική σήραγγα του St.Gotthard (1872-1881) η οποία χαρακτηρίστηκε από τις σοβαρές ανθρώπινες απώλειες αλλά και η ολοκλήρωση του «Holland tunnel» το 1927 στις Η.Π.Α. για την διέλευση οχημάτων κάτω από τον ποταμό Χάντσον (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010).

Τέλος, με αφορμή τον 1<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο, δημιουργούνται στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα οι πρώτες υπόγειες κατασκευές για στρατιωτική χρήση και πιο συγκεκριμένα για την εξυπηρέτηση οχυρωματικών σκοπών (Kiersch, 1998).

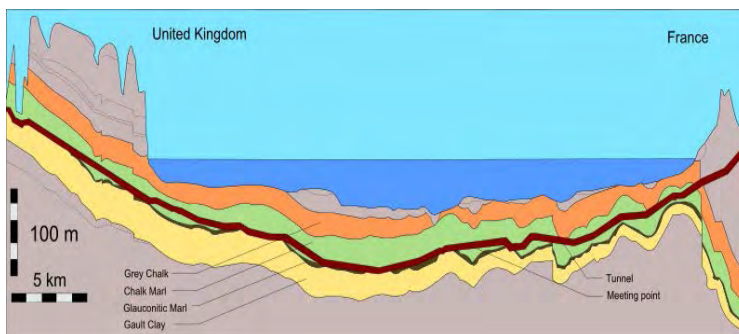
## 2.3 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

### 2.3.1 ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ

Η εξέλιξη την τεχνολογίας αλλά και η ανάπτυξη της τεχνογνωσίας, φαινόμενα που χαρακτήρισαν τον 20<sup>ο</sup> αιώνα, οδήγησαν σε ασφαλέστερες αλλά και οικονομικότερες υπόγειες κατασκευές κάτι που προσέδωσε νέες προοπτικές στον τομέα (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010). Όπως σημειώνει και ο Pelizza (1996: 136 ), κάποτε υπήρχε φόβος για τα υπόγεια έργα και ο υπόγειος χώρος χαρακτηριζόταν ως «τα τρία D: Dirty, Difficult, Dangerous», πλέον όμως χάρη στην τεχνολογική πρόοδο οι σήραγγες γίνονται

όλο και μακρύτερες. Αντιπροσωπευτικό στατιστικό, αποτελεί, το γεγονός ότι στην Ευρώπη το 1975 υπήρχαν 50 σήραγγες (οδικές και σιδηροδρομικές) μεγάλου μήκους (μεγαλύτερες των 5 χιλιομέτρων) ενώ το 2000 αυξήθηκαν στις 160 (Mulder κ.ά., 2007). Αντίστοιχη έκρηξη δεν παρουσιάστηκε στην Αμερική, ενώ όσον αφορά στην Ασία, παρόλο που οι κατασκευές ξεκίνησαν αργότερα απ' ό,τι στην Ευρώπη, η Ιαπωνία είναι η χώρα που ηγείται στις μέρες μας της δημιουργίας μεγάλου μήκους σηράγγων (87 μέχρι το 2005) (Mulder κ.ά., 2007).

Σταθμό στην πρόσφατη ιστορία των σηράγγων αποτελούν οι δύο μεγαλύτερες υποθαλάσσιες σήραγγες του κόσμου, αυτή της Μάγχης και αυτή του Seikan. Η σιδηροδρομική σήραγγα της Μάγχης, με μήκος 49.9 χλμ, εγκαινιάστηκε το 1994 και συνδέει τη Μεγάλη Βρετανία με τη Γαλλία (Σχήμα 2) (Okada, 1995·Robbins, 1995). Η σήραγγα Seikan, η οποία εγκαινιάστηκε το 1988, συνδέει τα νησιά Χονσού και Χοκάιντο (Honshu & Hokkaido) (Εικόνα 12) ενώ παράλληλα αποτελεί την μεγαλύτερη υποθαλάσσια σήραγγα καθώς τα 23 από τα 54 χλμ μήκους της βρίσκονται κάτω από την θάλασσα (Σχήμα 3) (Takashima, 2001· Διαδίκτυο: JR-Hokkaido, 2007). Επιπλέον, σημαντική εν εξελίξει μελέτη είναι αυτή για την υποθαλάσσια σιδηροδρομική σήραγγα στον Πορθμό του Γιβραλτάρ. Η σήραγγα, συνολικού μήκους 37.7 χλμ, θα συνδέει την Ισπανία με το Μαρόκο (Σχήμα 4) και κατ' επέκταση, την Ευρώπη με την Αφρική (Pliego, 2005).



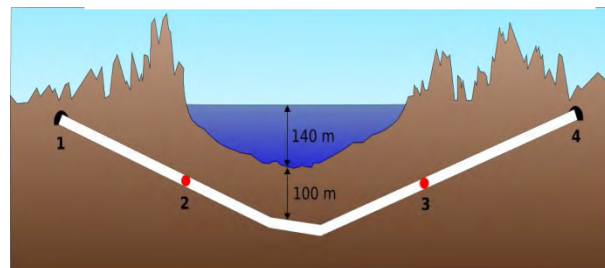
Σχήμα 2: Μηκοτομή της σήραγγας της Μάγχης

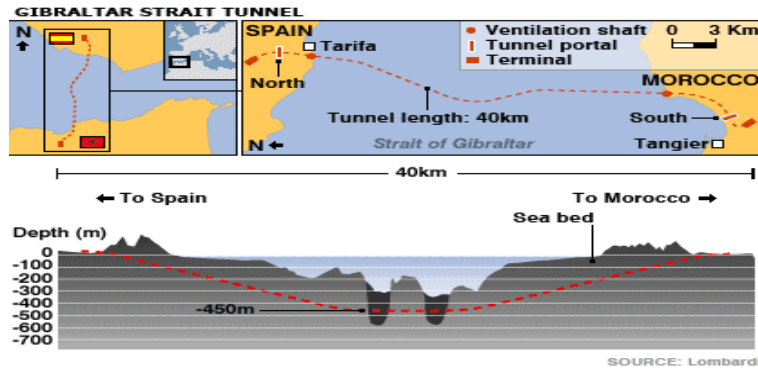
(Διαδίκτυο: Wikipedia, 2012b)

Εικόνα 12: Σήραγγα Seikan  
(Διαδίκτυο: Wikimedia, 2007)



Σχήμα 3: Μηκοτομή της σήραγγας του Seikan (Διαδίκτυο: Wikimedia, 2007)

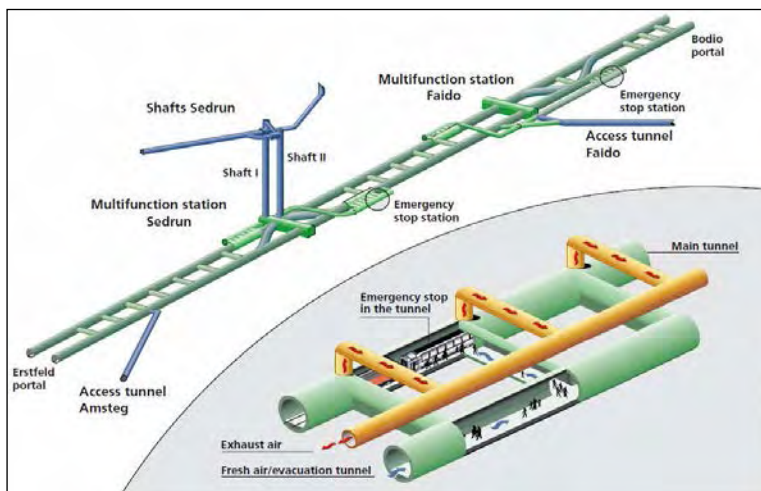




Σχήμα 4: Προτεινόμενη σήραγγα του Πορθμού του Γιβραλτάρ

(Διαδίκτυο: Hamilton, 2007)

Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών, παρατηρείται, η ανάπτυξη ενός συνεχώς επεκτεινόμενου σιδηροδρομικού δικτύου υψηλών ταχυτήτων (Διαδίκτυο: AlpTransit Gotthard, 2012). Ορόσημο για το προαναφερθέν δίκτυο, θα αποτελέσουν οι Σήραγγες Βάσης των Άλπεων οι οποίες μάλιστα σε σχέση με τις παλαιότερες θα είναι μακρύτερες και σε μεγαλύτερα βάθη καθώς κατασκευάζονται σε χαμηλότερο υψόμετρο (Μαρίνος, 2005). Η Σήραγγα Βάσης St. Gotthard, της οποίας η διάνοιξη ολοκληρώθηκε το 2010 και υπολογίζεται ότι θα τεθεί σε λειτουργία τον Δεκέμβριο του 2016 (Διαδίκτυο: AlpTransit Gotthard, 2012), θα αποτελέσει την μεγαλύτερη σιδηροδρομική σήραγγα του κόσμου αποτελούμενη από δύο σήραγγες μονής τροχιάς μήκους 57 χλμ και αξονικής απόστασης 40 μέτρων, με συνδετήριες στοές ανά 300 μέτρα (Σχήμα 5) (ΕΕΣΥΕ, 2005).



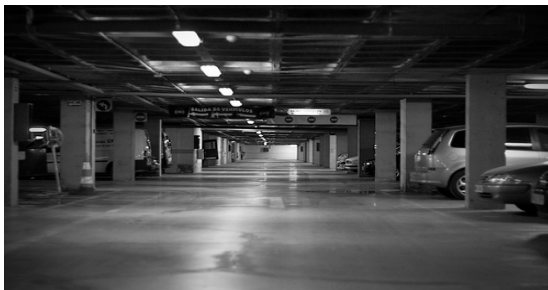
Σχήμα 5: Τρισδιάστατη απεικόνιση της Σήραγγας Βάσης St. Gotthard

(Διαδίκτυο: AlpTransit Gotthard, 2012)

Μια άλλη εξίσου σημαντική, συγκοινωνιακού χαρακτήρα, χρήση του υπόγειου χώρου είναι ως χώρος στάθμευσης, η οποία εφαρμόζεται πιο συστηματικά στις μέρες μας (Godard & Sterling, 1995), καθώς η συνεχής αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων σε συνδυασμό με τα έντονα προβλήματα έλλειψης επιφανειακού χώρου που αντιμετωπίζουν τα αστικά κέντρα καθιστά την λύση των επιφανειακών (πολυώροφων)

χώρων στάθμευσης ανεπαρκή. Επιπλέον, ορισμένες φορές υπάρχει ειδική μέριμνα ώστε να λειτουργήσουν ως καταφύγια για τους πολίτες σε καιρό πολέμου (Zhao κ.ά., 2000).

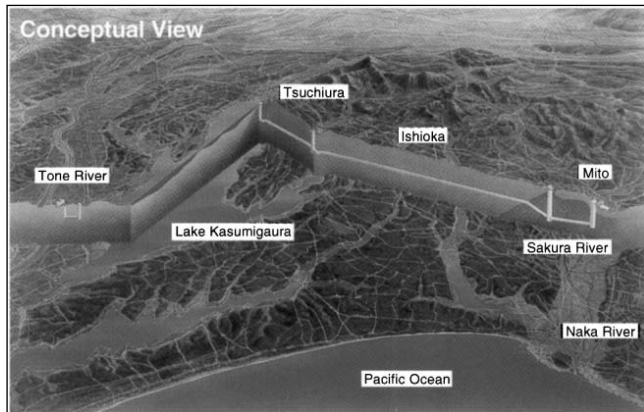
Τα βασικότερα προτερήματα της στάθμευσης σε υπόγειους χώρους, είναι άμεσα συνδεδεμένα με την αποσυμφόρηση της επιφάνειας για την εξοικονόμηση χώρου, την μειωμένη περιβαλλοντική όχληση (μειωμένα επίπεδα θορύβου, μηδενική οπτική ρύπανση) και την αυξημένη προστασία των οχημάτων από τα καιρικά φαινόμενα (Tareau, 1995). Όσον αφορά τώρα στις αρνητικές συνιστώσες της ανάπτυξης τέτοιων χώρων, αυτές είναι, το αυξημένο κόστος κατασκευής αλλά και τα προβλήματα χωροθέτησης.



Εικόνα 13: Υπόγειος  
χώρος στάθμευσης  
(Διαδίκτυο: eCO2  
Solutions, 2011)

Όμως, η χρήση του υπεδάφους δεν περιορίζεται μόνο σε δραστηριότητες με μεταλλευτικούς και συγκοινωνιακούς σκοπούς. Στην εποχή μας, σχεδόν κάθε είδους χρήση έχει υπογειοποιηθεί, με τα παραδείγματα υπόγειων έργων από όλο τον κόσμο να είναι εντυπωσιακά (Godard, 2004). Το γεγονός αυτό, είναι απόρροια σε μεγάλο βαθμό της απόκτησης της τεχνογνωσίας γύρω από την κατασκευή μεγάλων υπόγειων θαλάμων (caverns) (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010), η μορφή των οποίων εξαρτάται κατά κύριο λόγο από η χρήση την οποία πρόκειται να φιλοξενήσουν και ύστερα από τη δομή του υπεδάφους και τις κατασκευαστικές μεθόδους (Duffaut, 2007).

Πριν αναλυθούν οι εφαρμογές των υπόγειων θαλάμων, θα ήτανε παράλειψη να μην αναφερθούν οι, αυξημένης σημασίας, σήραγγες μεταφοράς νερού. Η κομβική σημασία αυτού του είδους των υπόγειων κατασκευών, γίνεται εύκολα αντιληπτή αν συνδυάσει κανείς τα σοβαρά προβλήματα ρύπανσης και εξάντλησης αποθεμάτων που αντιμετωπίζουν οι υδάτινοι πόροι του πλανήτη, με την απόσταση των πηγών καθαρού νερού από τις περιοχές κατανάλωσής του. Ένα παράδειγμα υπόγειου έργου μεταφοράς νερού, είναι αυτό του «Kasumigauga» στην Ιαπωνία, το οποίο μέσω μιας σήραγγας 45 χλμ εξυπηρετεί, από τη διύλιση λιμναίου νερού μέχρι τη μεταφορά νερού σε αστικά κέντρα αλλά και βιομηχανικές και αγροτικές χρήσεις (Nordmark, 2002).



Σχήμα 6: Σχηματική απεικόνιση της σήραγγας μεταφοράς νερού του «Kasumigaura»

(Διαδίκτυο: Nordmark, 2002)

Περνώντας τώρα στους υπόγειους θαλάμους, σημαντική εφαρμογή αποτελεί η εγκατάσταση υδροηλεκτρικών και πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας (Εικόνες 13 και 14 αντίστοιχα). Η πρώτη κατασκευή ενός υπόγειου ΥΗΣ έλαβε χώρα στις ΗΠΑ το 1898 και αργότερα δημιουργήθηκαν και στην Ευρώπη, ενώ τη δεκαετία του 1950 διαδόθηκε παγκοσμίως. Σήμερα, περίπου οι μισοί υπόγειοι ΥΗΣ (200 από τους 500) του κόσμου βρίσκονται στην Νορβηγία όπου το 99% της ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από αυτούς (Duffaut, 2007). Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι εν συγκρίσει με τους επιφανειακούς, οι υπόγειοι ΥΗΣ εμφανίζουν μικρότερο κόστος κατασκευής και συντήρησης καθώς και αυξημένα επίπεδα ασφαλείας (Μαυρίκος, 2006).

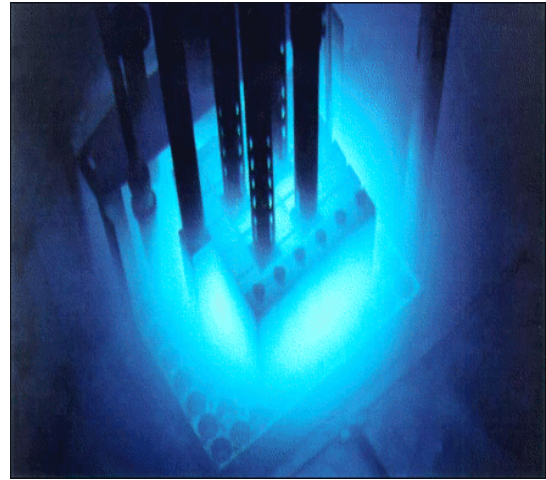
Υπόγειοι πυρηνικοί σταθμοί μικρής κλίμακας κατασκευάστηκαν κατά το παρελθόν στη Νορβηγία και τη Σουηδία (1959 και 1963 αντίστοιχα), όμως για οικονομικούς λόγους η πρακτική αυτή εγκαταλείφθηκε (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010). Παρόλο αυτά, πολλές είναι οι χώρες οι οποίες τα τελευταία χρόνια εξετάζουν το ενδεχόμενο κατασκευής υπόγειων πυρηνικών σταθμών, με την πλειοψηφία τους να ανήκει σε εκείνες που μεταβαίνουν στην εποχή της πυρηνικής ενέργειας (Duffaut, 2007). Συγκριτικά με τους επιφανειακούς, οι υπόγειοι πυρηνικοί σταθμοί προσφέρουν αυξημένη προστασία του περιβάλλοντος έναντι αισθητικής υποβάθμισης και διαρροών μετά από πυρηνικό ατύχημα, καθώς επίσης τη δυνατότητα καλύτερου συνδυασμού με υπόγειες εγκαταστάσεις αποθήκευσης ραδιενεργών αποβλήτων.



Εικόνα 14: Φάση κατασκευής του υπόγειου θαλάμου του ΥΗΣ του Ρίο Γκράντε (Hoek, 2007)

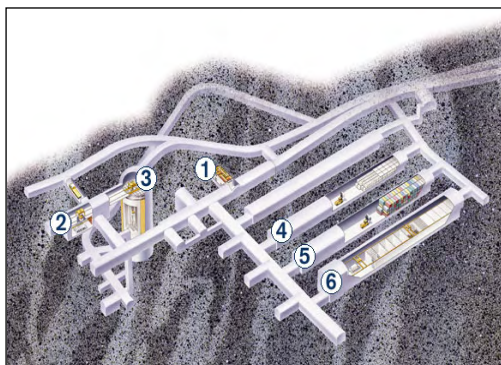


Εικόνα 15: Υπόγειος θάλαμος πυρηνικού αντιδραστήρα (Διαδίκτυο: “The conservative tree house”, 2011 )



Η συνεχώς αυξανόμενη περιβαλλοντική ανησυχία, έχει αναδείξει την διάθεση επικίνδυνων αποβλήτων μέσα σε υπόγειους θαλάμους μία εκ των σημαντικότερων χρήσεων του υπεδάφους (Μαυρίκος, 2006). Αυτό, προκύπτει από το γεγονός ότι για να αντιμετωπισθούν τα εν λόγω απόβλητα χωρίς καταστροφικές συνέπειες για το περιβάλλον, θα πρέπει είτε να εξουδετερωθούν οι επιβλαβείς για την βιόσφαιρα ουσίες, είτε να απομονωθούν σε ασφαλείς χώρους για μεγάλα χρονικά διαστήματα (Zimmels κ.ά., 2006). Ενδεικτικούς χώρους για την διάθεση των επικίνδυνων αποβλήτων συνιστούν τόσο οι υπόγειοι χώροι και τα εγκαταλελειμμένα μεταλλεία, όσο και τα αλατωρυχεία λόγω των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του ορυκτού άλατος. Γνωστά παραδείγματα τέτοιων κέντρων αποτελούν το SFR (Final Storage For Reactor Waste) στη Σουηδία (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010) (Σχήμα 7) αλλά και το αλατωρυχείο Herfa-Neurode στη Γερμανία (Zimmels κ.ά., 2006) (Εικόνα 16).

Σχήμα 7: Το υπόγειο κέντρο διάθεσης ραδιενεργών αποβλήτων SFR (Διαδίκτυο: Eurotrib, 2006)



Εικόνα 16: Κέντρο διάθεσης στο αλατωρυχείο Herfa-Neurode (Διαδίκτυο: Google Image)



Μια ακόμα χρήση του υπεδάφους που αποκτά ολοένα και ευρύτερη αποδοχή, είναι η υπόγεια αποθήκευση υδρογονανθράκων, διότι συμβάλλει τόσο στην εξασφάλιση στρατηγικών αποθεμάτων καυσίμων τα οποία επιτρέπουν τη μείωση της εξάρτησης μιας χώρας από εισαγωγές, όσο και στην αδιάλειπτη τροφοδοσία και κατ' επέκταση στην ομαλή λειτουργία μιας χώρας σε περιόδους κρίσεων ή δυσμενών διεθνών οικονομικών συγκυριών (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010). Η φύση των θαλάμων που απαιτούνται για την προαναφερθείσα αποθήκευση, εξαρτάται από το εκάστοτε υδρογεωλογικό καθεστώς καθώς και από τις ιδιότητες του προϊόντος προς αποθήκευση (Dahlstrom κ.ά., 2004), ενώ μέσα από αυτήν την πρακτική δύναται να επιτευχθεί μειωμένο κόστος ανάπτυξης των υπόγειων θαλάμων, μεγαλύτερη προστασία του περιβάλλοντος έναντι διαρροών και ατυχημάτων, αλλά και προστασία του αποθηκευμένου προϊόντος έναντι δολιοφθορών (Zhao κ.ά., 1996). Την περίοδο 1981-1985, κατασκευάστηκε στην Κορέα η πρώτη υπόγεια εγκατάσταση αποθήκευσης αργού πετρελαίου, το επονομαζόμενο «συγκρότημα U-2» (Εικόνα 17) το οποίο αποτελείται από 12 υπόγειους θαλάμους πλάτους 18 m, ύψους 30 m και συνολικού μήκους 8814 m (Lee & Song, 2003).

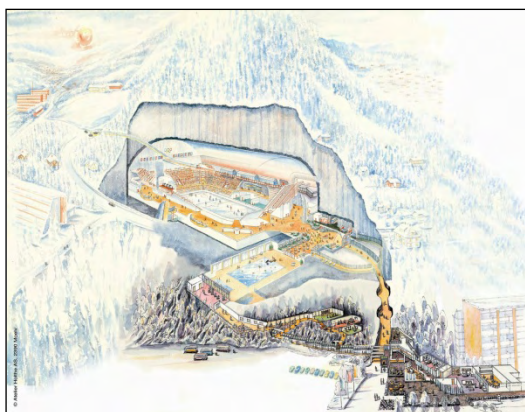
Επιπλέον, οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις, λόγω κυρίως της απαιτούμενης απόκρυψης και ασφάλειας απέναντι σε ενδεχόμενες εξωτερικές απειλές, συνηθίζεται να τοποθετούνται υπογείως, με τα παραδείγματα υπόγειων στρατιωτικών εφαρμογών να εντοπίζονται σε όλο τον κόσμο. Το πιο γνωστό ίσως υπόγειο συγκρότημα, είναι το κέντρο ελέγχου της αεράμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών (North American Aerospace Defense Command ή NORAD), το οποίο τέθηκε σε λειτουργία το 1966.



Εικόνα 17: Διάταξη του υπόγειου συγκροτήματος αποθήκευσης αργού πετρελαίου U-2 στην Κορέα (Lee and Song, 2003)

Τέλος, εκτός από τις όσες χρήσεις προαναφέρθηκαν, θα πρέπει να σημειωθεί ότι φιλοξενούνται στον υπόγειο χώρο και αρκετές άλλες χρήσεις, μεταξύ των οποίων απαντάται πληθώρα κοινωφελών χώρων όπως είναι οι μουσειακοί χώροι, οι αθλητικές εγκαταστάσεις κτλ. Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα που μπορεί να αναφέρει κάποιος, είναι η αθλητική εγκατάσταση του «Gjøvic Olympic Mountain Hall» (Σχήμα 8), χωρητικότητας 5800 θεατών (Εικόνα 18), στην Νορβηγία, το οποίο εγκαινιάστηκε το 1993 για τους 17<sup>ους</sup> Χειμερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες (Meland & Lintorp, 1994), ενώ η επιτυχία ολοκλήρωσης ενός τέτοιου υπόγειου έργου συνέβαλε σημαντικά στο να ξεπεραστούν οι φόβοι και οι ενδοιασμοί που σχετίζονταν με την κατασκευή υπόγειων θαλάμων μεγάλων ανοιγμάτων (Duffaut, 2007).

Σχήμα 8: Σχηματική απεικόνιση του «Gjøvic Olympic Mountain Hall» (Διαδίκτυο: INTP central, 2007)



Εικόνα 18: Εσωτερική απεικόνιση του γεμάτου σταδίου (Διαδίκτυο: Tunnel Talk, 2001)



### 2.3.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ

Στο υποκεφάλαιο αυτό, πραγματοποιείται μια ενδεικτική αλλά και συνοπτική αναφορά σε τρία από τα εντυπωσιακότερα σχέδια (projects) που έχουν προταθεί σε διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο, και τα οποία αν πραγματοποιηθούν θα περάσουν την εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου σε μια νέα διάσταση προσδίδοντάς του πολλές νέες προοπτικές.

#### ΑΜΣΤΕΡΝΤΑΜ

Στο Άμστερνταμ, προκειμένου να αντιμετωπισθούν η έλλειψη χώρου αλλά και τα προβλήματα κυκλοφορίας και στάθμευσης που έχουν δημιουργηθεί, με απώτερο σκοπό να παραμείνει το ιστορικό κέντρο ελκυστικό στους τουρίστες καθώς και να γίνει πιο βιώσιμο για τους κατοίκους του, έχει αναπτυχθεί ένα φιλόδοξο σχέδιο με την ονομασία



«AMFORA»<sup>5</sup> (Zwarts & Obladen, 2007). Το γιγάντιο αυτό έργο, το οποίο θα βασιστεί σε μια νέα τεχνική που θα περιλαμβάνει την προσωρινή άντληση του νερού από τα κανάλια και την στεγανοποίηση του πυθμένα προκειμένου να διασφαλισθεί η κατασκευή του υπόγειου συγκροτήματος ακριβώς από κάτω, προβλέπεται να αποτελείται από 6 υπόγεια επίπεδα εκ των οποίων τα 2 ίσως και 3 θα εξυπηρετούν συγκοινωνιακούς σκοπούς ενώ στα υπόλοιπα θα φιλοξενηθούν χώροι αναψυχής (κινηματογράφοι, αθλητικοί χώροι κτλ), εμπορικά καταστήματα και δίκτυα κοινής ωφέλειας (Zwarts & Obladen, 2007) (Εικόνα 19). Η κατασκευή, η οποία έχει ήδη εγκριθεί από την πόλη του Άμστερνταμ, αναμένεται να ξεκινήσει το 2018 και θα διαρκέσει περίπου 20 χρόνια ενώ το κόστος υπολογίζεται περίπου σε 11 δισεκατομμύρια ευρώ (Διαδίκτυο: Hammond, 2008· Διαδίκτυο: Waterfield, 2008).



Εικόνα 19: Υπέργεια και υπόγεια απεικόνιση μέρους της πόλης

(Διαδίκτυο: Waterfield, 2008)

## ΙΑΠΩΝΙΑ

Στην Ιαπωνία, εταιρείες, στράφηκαν στον σχεδιασμό υπόγειων πόλεων με τους βασικότερους λόγους να είναι ο αστικός συνωστισμός, που οδήγησε κατ' επέκταση σε έλλειψη χώρου και σε υψηλές τιμές γης, και η ιδιαίτερα έντονη σεισμικότητα της χώρας.

Οι δύο πιο εντυπωσιακές προτάσεις είναι οι επονομαζόμενες «Alice Cities» και «Urban Geo Grid» (World Future Society, 1990). Η πρώτη, προβλέπει υπόγειες πόλεις που θα συνδέονται με υπόγειο σιδηρόδρομο και θα αποτελούνται από τρεις τομείς: της πόλης, των γραφείων και των υποδομών (Σχήμα 9, Εικόνα 20). Η δεύτερη, αποσκοπεί στην δημιουργία ενός εκτεταμένου δικτύου υπόγειων χώρων οι οποίοι θα επικοινωνούν με τούνελ. Κάθε «σταθμός» του πλέγματος θα περιλαμβάνει ένα συγκρότημα από υπόγεια γραφεία, εμπορικά κέντρα και ξενοδοχεία, και θα συνδέεται με μικρότερες περιοχές όπου θα παρέχονται τοπικές υπηρεσίες ενώ παράλληλα προβλέπονται και δίκτυα μεταφοράς, επικοινωνίας και ενέργειας (Σχήμα 10). Το εμπόδιο πάντως που

<sup>5</sup> Alternative Multifunctional Underground Space Amsterdam

αντιμετωπίζουν όλες αυτές οι προτάσεις είναι η γεωλογία της χώρας, μιας και οι πιο πυκνοκατοικημένες πεδινές περιοχές βασίζονται ως επί το πλείστον σε χαλαρά γεωλογικά στρώματα (World Future Society, 1990).



Σχήμα 9:  
Απεικόνιση  
μιας τοπικής  
«Alice City»

(Διαδίκτυο:  
Earth-House,  
2009)



Εικόνα 20: Μια  
διαφορετική  
απεικόνιση των  
υπόγειων  
στρωμάτων της  
«Alice City»

(Διαδίκτυο:  
Zey, 1997)



Σχήμα 10:  
Απεικόνιση ενός  
τομέα της «Urban  
Geo Grid» πόλης

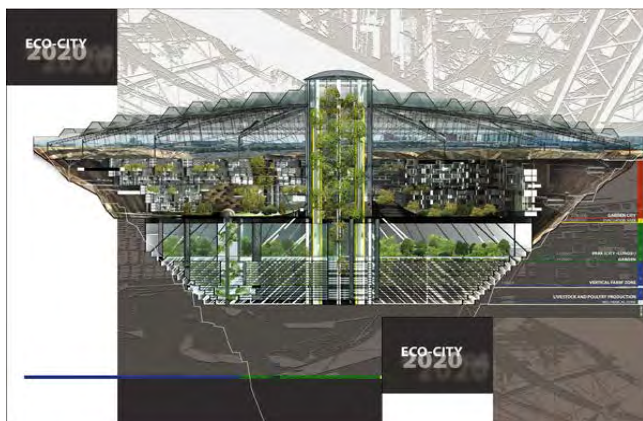
(Πηγή: World  
Future Society,  
1990)

## ΣΙΒΗΡΙΑ

Το τελευταίο έργο που θα παρουσιασθεί, και ίσως το πιο εντυπωσιακό, είναι αυτό της «Eco-city 2020» στην περιοχή ενός εγκαταλελειμμένου λατομείου στην Σιβηρία. Εφόσον υλοποιηθεί, η Eco-city 2020 θα είναι μία πόλη 100.000 κατοίκων, χτισμένη μέσα σε ένα γιγάντιο κρατήρα διαμέτρου μεγαλύτερης του ενός χιλιομέτρου και βάθους 550 μέτρων, χωρισμένη σε τρία επίπεδα τα οποία θα διαπερνούν κατακόρυφα μία φάρμα και ορισμένες δασικές εκτάσεις, ενώ θα περιβάλλονται από συγκροτήματα κατοικιών, πάρκα ψυχαγωγίας, αλλά και ένα υπερσύγχρονο ερευνητικό κέντρο (Διαδίκτυο: eVolo, 2010).

Η κατασκευή, θα θωρακίζεται από τα καιρικά φαινόμενα χάρη σε ένα γυάλινο θόλο και οι ανάγκες του πληθυσμού σε ηλεκτρισμό και θέρμανση θα καλύπτονται από τον ήλιο αφού η εταιρεία σχεδιάζει να καλύψει με ηλιακούς συλλέκτες τη στέγη του ορυχείου ώστε η πόλη να είναι ενεργειακά αυτόνοκη. Η επίτευξη της προαναφερθείσας

αυτάρκειας μέσω φωτοβολταϊκών, φαίνεται να είναι πραγματοποιήσιμη, γιατί παρόλο που το χειμώνα η θερμοκρασία στην περιοχή πέφτει στους μείον 40 βαθμούς Κελσίου, στην περιοχή επικρατεί συνήθως ηλιοφάνεια. Σε κάθε περίπτωση όμως, η υλοποίηση του εξαιρετικά φιλόδοξου σχεδίου δεν θα είναι εύκολη υπόθεση καθώς η περιοχή είναι αρκετά αφιλόξενη (Διαδίκτυο: eVolo, 2010).

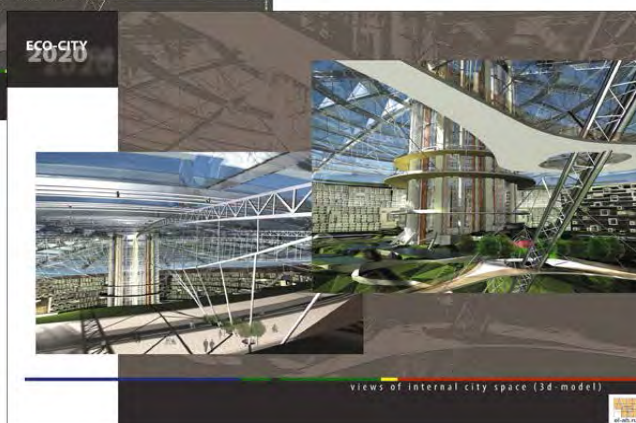


Σχήμα 11: Γενική  
άποψη της Eco-city  
2020

(Διαδίκτυο: Good  
Design, 2010)

Σχήμα 12: Εσωτερική  
άποψη της Eco-city 2020

(Διαδίκτυο: eVolo, 2010)



### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΧΩΡΟΥ ΣΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΠΟΛΕΙΣ**

Όσο τα αστικά κέντρα αναπτύσσονται, ο ρόλος του αστικού υπόγειου χώρου γίνεται ολοένα σημαντικότερος (Parker, 2006). Μάλιστα, ο 21ος αιώνας αναμένεται να αποτελέσει τον αιώνα αξιοποίησης του υπόγειου χώρου, ακολουθώντας τις γέφυρες του 19ου αιώνα και τα πολυώροφα κτήρια του 20ου αιώνα. Στο κεφάλαιο αυτό, αφού γίνεται μια αναφορά στο πώς και γιατί ξεκίνησε η έρευνα για τον υπόγειο χώρο και επισημαίνονται οι 3 βασικοί τύποι του, επιχειρείται μια παρουσίαση, με την βοήθεια διεθνών παραδειγμάτων, των βασικότερων υπόγειων χρήσεων που έχουν αναπτυχθεί κάτω από αστικές περιοχές και τελικά, μια μετάβαση από τα μεμονωμένα υπόγεια έργα σε εκτενή υπόγεια δίκτυα που έχουν δημιουργηθεί σε ορισμένες περιοχές και δύναται να χαρακτηρισθούν «υπόγειες πόλεις».

#### **3.1 ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΥΠΟΓΕΙΟ ΧΩΡΟ**

Οι αυξανόμενες ανάγκες σε συνδυασμό με τα δημιουργούμενα προβλήματα στα αστικά κέντρα, αποτέλεσμα της πληθυσμιακής έκρηξης, μετέτρεψαν την αναζήτηση εναλλακτικών λύσεων για την αντιμετώπιση της έλλειψης ζωτικού χώρου σε επιτακτική ανάγκη. Έτσι, στα πλαίσια αυτής της αναζήτησης, μπήκανε οι βάσεις για την αξιοποίηση του υπόγειου χώρου, η οποία αναδείχθηκε εν τέλει ως μία κύρια εναλλακτική λύση.

Οι απαρχές της επιστημονικής μελέτης του υπόγειου χώρου, απαντώνται στην Ουάσινγκτον, και πιο συγκεκριμένα σε ένα συνέδριο του Οργανισμού για την Οικονομική Συνεργασία & Ανάπτυξη (Ο.Ο.Σ.Α.) το 1970, με θέμα τις σήραγγες και τίτλο «Advisory Conference on Tunnelling». Οι τελικές προτάσεις που προέκυψαν από την ειδική επιτροπή που είχε συσταθεί είναι οι εξής: (OECD, 1970)

- Κάθε πυκνοκατοικημένη αστική περιοχή θα πρέπει να ορίσει μια μοναδική υπηρεσία η οποία αφενός θα διατηρεί λεπτομερή αρχεία για τις χρήσεις των υποδομών, αφετέρου θα προετοιμάσει και ένα γενικό σχέδιο (Master Plan) για συντονισμένες υπόγειες κατασκευές.
- Χρησιμοποίηση της έννοιας «κόστος/όφελος» στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και αξιολόγησης επενδύσεων.

- ο Πενταβάθμια προγράμματα για την ενθάρρυνση της τεχνικής προόδου.
- ο Προώθηση της στενής συνεργασίας των κεντρικών οργανισμών κάθε χώρας (λόγω κυρίως της ανταλλαγής πληροφοριών).

Εν συνεχεία, δημιουργείται το 1974, ύστερα από πρωτοβουλία 19 εθνών, η Διεθνής Ένωση Σηράγγων (International Tunnelling and Underground Space Association). Η ΙΤΑ, αποσκοπεί, από την μία πλευρά στην ενθάρρυνση της χρήσης του υπόγειου χώρου προς όφελος του κοινού, του περιβάλλοντος και της βιώσιμης ανάπτυξης γενικότερα, ενώ από την άλλη στην ενίσχυση της προόδου στον προγραμματισμό, σχεδιασμό, κατασκευή, συντήρηση και ασφάλεια των σηράγγων και των υπόγειων χώρων, μέσω της συγκέντρωσης σχετικών πληροφοριών αλλά και της μελέτης συναφών ζητημάτων (Διαδίκτυο: ΙΤΑ-AITES, 2011).

Φυσικά, η ΙΤΑ έχει εξελιχθεί σημαντικά από τότε και μετρά σήμερα 64 χώρες-μέλη, ενώ μέσα από την δραστηριοποίησή της, αναλύεται για πρώτη φορά, με ολοκληρωμένο τρόπο, ο υπόγειος χώρος καθώς και αναδεικνύεται η σύνθετη έννοια αξιοποίησής του.

Σε αυτό το αρχικό στάδιο της συστηματικής μελέτης του υπόγειου χώρου εντοπίζονται και προσπάθειες με ένα διαφορετικό χαρακτήρα. Μια τέτοια περίπτωση αφορά στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε το 1977 στη Σουηδία<sup>6</sup> με αντικείμενο το σχεδιασμό της χρήσης του υπεδάφους (Jansson & Winqvist). Η μελέτη με τίτλο «Planning of subsurface use», είχε ως στόχο να συνοψίσει τους παράγοντες που εμπλέκονται στον σχεδιασμό των υπογείων εγκαταστάσεων αλλά και να τους παρουσιάσει κατά τέτοιον τρόπο ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτό από όλους τους υπεύθυνους για το συντονισμό και τη λήψη αποφάσεων, προκειμένου ο ρόλος των υπογείων κατασκευών να αναγνωριστεί. Κάποια χρήσιμα συμπεράσματα που εξάγονται από την εν λόγω μελέτη, είναι ότι μολονότι δεν καθορίζει τον εθνικό, περιφερειακό ή τοπικό σχεδιασμό, αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο δεδομένου ότι καταγράφει τις υπόγειες κατασκευές και χρήσεις, την αλληλεπίδραση του υπόγειου χώρου με την επιφάνεια, το ισχύον νομικό καθεστώς, τις μελλοντικές ανάγκες και σε κάθε πεδίο προτείνει μια σειρά από

<sup>6</sup> Η Σουηδία, μαζί με τις υπόλοιπες σκανδιναβικές χώρες, συγκαταλέγεται στις χώρες με μακρά παράδοση στην εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου λόγω κυρίως των δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών αλλά και των ευνοϊκών πετρωμάτων.

ενέργειες – μέτρα που θα πρέπει να πραγματοποιηθούν ή να ληφθούν υπόψη στο γενικότερο σχεδιασμό.

Η δεκαετία του '80, χαρακτηρίστηκε από εντονότερες προσπάθειες για την μελέτη του υπόγειου χώρου οι οποίες μεταφράστηκαν σε μια σειρά από συνέδρια που ξεκίνησαν από το Σίντνεϊ το 1983 (το 1986 στην Μινεάπολις, το 1988 στην Σαγκάη κτλ).

Περνώντας στην δεκαετία του '90, σημαντικό γεγονός αποτελεί η ίδρυση, το 1996 στην Ιαπωνία, της μη-κυβερνητικής οργάνωσης των «Ενωμένων Ερευνητικών Κέντρων για τον Αστικό Υπόγειο Χώρο» γνωστή και ως ACUUS (Associated Research Centers for the Urban Underground Space).

Κύριοι άξονες της προαναφερθείσας οργάνωσης είναι: (Διαδίκτυο: ACUUS, 2012)

- Διευκόλυνση ανταλλαγής ειδικών γνώσεων πάνω στην μελέτη των δυνατοτήτων, των δαπανών αλλά και των τεχνικών επέκτασης του αστικού υπόγειου χώρου.
- Ευαισθητοποίηση του ιδιωτικού τομέα, των κυβερνήσεων καθώς και του ευρέως κοινού σχετικά με θέματα για την αειφόρο χρήση και εκμετάλλευση του αστικού υπόγειου χώρου.
- Παροχή υποστήριξης και υπηρεσιών σε εθνικές οργανώσεις και ερευνητικά κέντρα που διεξάγουν παρόμοιες δραστηριότητες για την ενίσχυση των σχέσεων τους και την διεθνή ακτινοβολία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το 11<sup>ο</sup> συνέδριο της ACUUS με τίτλο «Underground Space: Expanding the Frontiers» πραγματοποιήθηκε στην Αθήνα στις 10-13 Σεπτεμβρίου του 2007, περιλαμβάνοντας ποικιλία θεμάτων γύρω από τον υπόγειο χώρο (οικονομικά, ιδιοκτησιακά κτλ).

Κλείνοντας την υποενότητα, θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα εν λόγω συνέδρια αποτελούν μια εκ των κινητήριων μηχανών για την υπόγεια ανάπτυξη δραστηριοτήτων, γεγονός που οφείλεται στη ανταλλαγή εμπειριών, προτάσεων, ερευνητικών αποτελεσμάτων κτλ, κάτι που επιτυγχάνεται με την συγκέντρωση πολλών επιστημόνων με διαφορετικές ειδικότητες, ενώ μέσω των εργασιών τους γίνεται αντιληπτό ότι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα αστικά κέντρα του κόσμου είναι παρόμοια, ανεξαρτήτως γεωγραφικής θέσης, καθώς και ότι η αξιοποίηση του υπόγειου χώρου των



πόλεων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην επίλυση των προβλημάτων αυτών, κάτω φυσικά από ορισμένες προϋποθέσεις.

### 3.2 ΤΥΠΟΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΩΡΩΝ

Όπως αναφέρεται από τους Rönkä κ.ά. (1998), υπόγειος, είναι ο χώρος ο οποίος βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Όμως, σχετίζοντας την θέση του χώρου με την επιφάνεια του εδάφους και γενικότερα με την επαφή του με το εξωτερικό περιβάλλον, δύναται να διακριθούν τρεις βασικοί τύποι υπόγειων χώρων (Meijenfeldt & Regenboog, 2003· Carmody & Sterling, 1993) οι οποίοι θα αναφερθούν και αναλυθούν παρακάτω.

#### *3.2.1 ΧΩΡΟΙ ΚΑΛΥΜΜΕΝΟΙ ΜΕ ΧΩΜΑ («EARTH-COVERED SPACES»)*

Οι χώροι που είναι καλυμμένοι με χώμα, μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες: σε αυτούς που είναι χτισμένοι σε μια πλαγιά ή ένα λόφο και σε αυτούς που δεν είναι ακριβώς υπόγειοι αλλά περισσότερο ένα δημιουργημένο τοπίο, όπου η επιφάνεια του εδάφους βρίσκεται πάνω από το κτήριο (Σχήμα 13α) (Εικόνα 21). Η δεύτερη κυρίως υποκατηγορία, έχει το πλεονέκτημα ότι είναι απαλλαγμένη από τις τεχνικές δυσκολίες της υπόγειας κατασκευής, παραλλήλως όμως απολαμβάνει τα χωρικά της οφέλη. Επιπλέον, το φυσικό φως εισέρχεται στο χώρο κανονικά με την εξωτερική θέαση να παραμένει συνήθως ανεπηρέαστη, ενώ η υπερυψωμένη στάθμη του εδάφους δύναται να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία ενός νέου τοπίου (πάρκο κτλ). Το βασικό πλεονέκτημα της πρώτης υποκατηγορίας τώρα, είναι ότι μπορεί να περιοριστεί εύκολα η κίνηση προς τα κάτω, λόγω της οριζόντιας φύσης της εισόδου (Meijenfeldt & Regenboog, 2003).



Εικόνα 21:  
Mecanoo's Library  
στο Delft της  
Ολλανδίας

(Διαδίκτυο: Michler,  
2012)

### 3.2.2 ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΧΩΡΟΙ («SUBMERGED SPACES»)

Οι βυθισμένοι χώροι, είναι κατασκευές οι οποίες βρίσκονται ακριβώς κάτω από την επιφάνεια (Σχήμα 13β) αλλά αλληλεπιδρούν με αυτήν εξυπηρετώντας ποικίλους σκοπούς. Οι πιο βασικοί παράγοντες που οδηγούν στην επιλογή αυτής της τυπολογίας είναι, για να επιτρέπεται στο φως να διεισδύει στο κτήριο (μέσα από θόλους κτλ) καθώς και για το λόγο ότι, παρέχεται η δυνατότητα στον δημιουργό να εξωτερικεύσει το σχεδιασμό δημιουργώντας έτσι θετικές εντυπώσεις για την εικόνα του κτιρίου αλλά και ψυχολογικά οφέλη, αφού με περισσότερο φως και θέα προς τα έξω οι επισκέπτες θα είναι πρόθυμοι να περάσουν επιπλέον χρόνο στον χώρο (Εικόνα 22). Να σημειωθεί ότι, τα κτήρια μπορεί να εκτείνονται σε μεγάλα βάθη μιας και δεν υπόκεινται σε κάποιο περιορισμό βάθους. Τέλος, το μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι το κτήριο επιβάλλει την παρουσία του στην επιφάνεια, γεγονός που θα έχει αντίκτυπο στον σχεδιασμό και τις χρήσεις της ευρύτερης περιοχής (Meijenfeldt & Regenboog, 2003).



Εικόνα 22: Άποψη από την είσοδο και την γυάλινη πυραμίδα στο Λούβρο

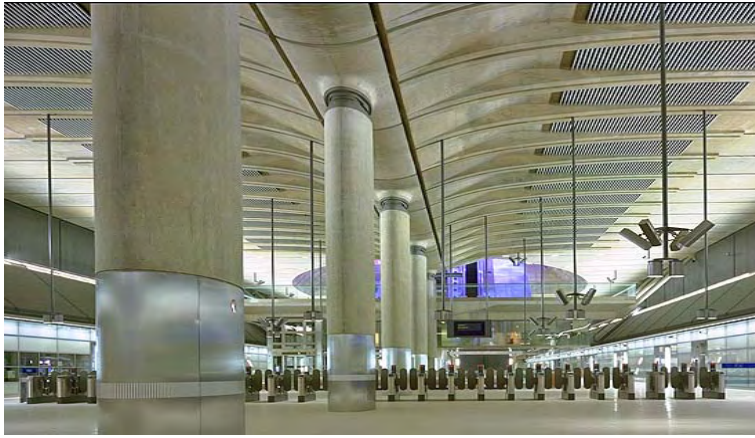
(Διαδίκτυο: Reese, 2011)

### 3.2.3 ΤΕΛΕΙΩΣ ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ («FULLY UNDERGROUND SPACES»)

Οι τελείως υπόγειοι χώροι, είναι κατασκευές με ελάχιστη ή καθόλου αλληλεπίδραση με την επιφάνεια (εκτός της εισόδου) (Σχήμα 13γ). Το γεγονός αυτό, έχει το μειονέκτημα ότι ο χώρος είναι εξαρτώμενος από ειδικά μηχανήματα για την παροχή φωτός και αέρα, κάτι που με την σειρά του έχει ως αποτέλεσμα να γίνεται η παραμονή λιγότερο ευχάριστη και επιθυμητή. Συνήθως, η συγκεκριμένη τυπολογία χρησιμοποιείται για υποδομές όπως είναι οι σταθμοί του μετρό, αποθηκευτικοί χώροι κτλ χωρίς να αποκλείεται η δημιουργία κάποιου άλλου τύπου υποδομής γνωρίζοντας πάντα ότι απαιτείται περισσότερη προσοχή στην ποιότητα του εσωτερικού χώρου. Το πλεονέκτημα ενός πλήρους υπόγειου έργου είναι ο περιορισμένος αντίκτυπος στην



επιφάνεια, κάτι που επιτρέπει την ανεμπόδιστη ύπαρξη και ανάπτυξη κάθε είδους δραστηριότητας (Meijnenfeldt & Regenboog, 2003).



Εικόνα 23: Άποψη από το εσωτερικό του σταθμού Canary Wharf στο Λονδίνο

(Διαδίκτυο: Pearman, 2006)

Σχήμα 13: Τύποι υπόγειων χώρων (Πηγή: Meijnenfeldt & Regenboog, 2003)



(α)



(β)



(γ)

### 3.3 ΠΕΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΣΤΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η έλλειψη χώρου για την οργάνωση και ανάπτυξη δραστηριοτήτων στις πόλεις, είναι ένα φαινόμενο που μαστίζει το σύνολο των αστικών λειτουργιών, όπως αυτές κατηγοριοποιούνται στη Χάρτα των Αθηνών, δηλαδή κατοικία, εργασία, κυκλοφορία και αναψυχή. Το γεγονός αυτό, από την μια πλευρά ενισχύει τον ανταγωνισμό για την επικράτηση της βέλτιστης χρήσης (real estate), παράλληλα όμως δυσχεραίνει την ανάπτυξη βασικών λειτουργιών, καθώς θεωρούνται αντιοικονομικές, ενώ ο ανταγωνισμός επηρεάζεται από την ύπαρξη τους, όπως πχ την ύπαρξη αστικών μεταφορικών δικτύων (Τριανταφυλλόπουλος, 2009· Σκάγιαννης, 1994).

Αστικές λειτουργίες που απαιτούν μεγάλη έκταση για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων τους ή χρησιμοποιούν μεγάλη επιφάνεια του αστικού χώρου για συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, χαρακτηρίζονται ως προβληματικές για το σύνολο των μεγαλουπόλεων, παρουσιάζουν σοβαρά προβλήματα σε ζητήματα επέκτασης και βελτίωσης των υπηρεσιών τους και τίθενται στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος για τους σχεδιαστές του χώρου που στοχεύουν στη βιώσιμη ανάπτυξη των πόλεων.

Το πεδίο των αστικών λειτουργιών και δραστηριοτήτων που δύναται (ή και ενδείκνυται σε ορισμένες περιπτώσεις) να μεταφερθούν στο υπέδαφος, είναι άμεσα σχετιζόμενο με τα ανωτέρω προβλήματα έλλειψης χώρου. Παρακάτω, παρουσιάζεται και αναλύεται μια κατηγοριοποίηση των βασικότερων υπόγειων αστικών λειτουργιών που έχουν αναπτυχθεί, είτε υπάρχει η δυνατότητα να αναπτυχθούν. Οι κατηγορίες αυτές είναι:

- Έργα υποδομής.
- Συγκοινωνία.
- Αποθήκευση.
- Δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου.
- Εργασία-Στέγαση.

### 3.3.1 ΕΡΓΑ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Στην υποενότητα αυτή, γίνεται μια αναφορά σε ορισμένα σημαντικά υπόγεια έργα υποδομής, ενώ άλλα αναφέρονται σε ξεχωριστές κατηγορίες. Οι υποδομές, ως τεχνικό σύστημα χωροθετούνται στον αστικό και τον εξωαστικό χώρο. Ειδικότερα για τον αστικό χώρο, κύριες υποδομές χαρακτηρίζονται οι μεταφορές (αναλύονται σε ξεχωριστή κατηγορία) και τα δίκτυα κοινής ωφέλειας, καθώς αποτελούν προϋπόθεση για την λειτουργία των λοιπών αστικών λειτουργιών ενώ παράλληλα καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση στο σύνολο του αστικού χώρου (Skayannis, 2010· Σκάγιαννης, 1994).

#### 3.3.1.1 ΔΙΚΤΥΑ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ

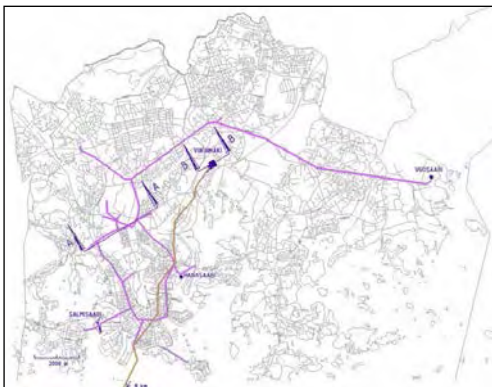
Τα δίκτυα κοινής ωφέλειας, αποτελούν μέχρι σήμερα την πιο εκτεταμένη χρήση του αστικού υπεδάφους, γεγονός που είχε ως συνέπεια ο χώρος που βρίσκεται κάτω από τους δρόμους των σύγχρονων πόλεων να καταλαμβάνεται από τα εν λόγω δίκτυα έως και το βάθος των 2 m. Η συσσώρευση των προβλημάτων που προκάλεσε η συμφόρηση στο αβαθές τμήμα του αστικού υπεδάφους, οδήγησε σε αύξηση του ενδιαφέροντος για την τοποθέτηση των δικτύων κοινής ωφέλειας μέσα σε σήραγγες, ως μέσου επίλυσης των προβλημάτων αυτών (Cano-Hurtado & Canto-Perello, 1999).

Μέσω των σηράγγων, είναι δυνατή η εγκατάσταση, σε έναν εύκολα προσβάσιμο χώρο, πολλών τύπων δικτύων κοινής ωφέλειας (ενέργειας, ύδρευσης, αποχέτευσης κτλ). Τα πλεονεκτήματα που εμφανίζει αυτή η πρακτική είναι η διευκόλυνση του ελέγχου, της συντήρησης και αντικατάστασης τους ανεξαρτήτως καιρικών συνθηκών καθώς και της

εγκατάστασής τους. Αντιστοίχως, τα μειονεκτήματα που εμφανίζει είναι ότι είναι ακριβότερη και πιο χρονοβόρα από την εγκατάσταση απευθείας μέσα στο έδαφος.

Ένα παράδειγμα ανάπτυξης σηράγγων δικτύων κοινής ωφέλειας απαντάται στην πόλη του Ελσίνκι, όπου δημιουργήθηκε ένα σύστημα για την φιλοξενία των δικτύων θέρμανσης-ψύξης, ηλεκτρικής ενέργειας και ύδρευσης μήκους μεγαλύτερου των 40 χλμ και βάθους 30-80 μέτρων, κάτω από την πόλη (Διαδίκτυο: City of Helsinki, 2009).

Χάρτης 4: Απεικόνιση των δικτύων κοινής ωφέλειας στο Ελσίνκι (Διαδίκτυο: City of Helsinki, 2009)



Εικόνα 24: Άποψη από το εσωτερικό των δικτύων κοινής ωφέλειας στο Ελσίνκι (Διαδίκτυο: City of Helsinki, 2009)

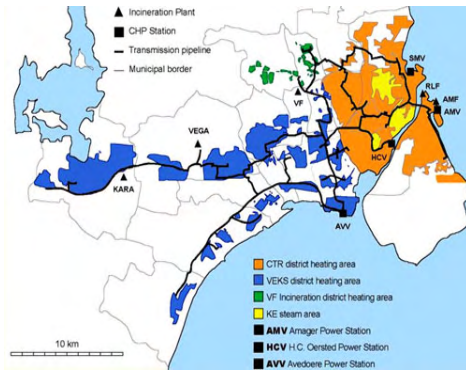


### 3.3.1.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Όπως είχε διαπιστωθεί από τους Lavagno και Schranz (2007), ο υπόγειος χώρος αποτελεί από μόνος του μια πηγή ενέργειας, συμπέρασμα προερχόμενο από το γεγονός ότι η Γη διαθέτει τεράστια αποθέματα θερμικής ενέργειας (Paul κ.ά., 2002). Έτσι, μέσω αντλιών θερμότητας<sup>7</sup>, επιτυγχάνεται σήμερα ικανοποιητική θέρμανση και ψύξη ακόμα και ολόκληρων αστικών περιοχών, επίτευγμα που όπως γίνεται αντιληπτό συμβάλλει δραστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και στην μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (International Energy Agency, 2002).

Ένα εντυπωσιακό παράδειγμα για τις δυνατότητες των υπόγειων μονάδων παραγωγής ενέργειας αποτελεί η Κοπεγχάγη, η οποία κατέχει ένα από τα μεγαλύτερα «συστήματα θέρμανσης περιοχών» (District Heating Systems), επιτυγχάνοντας έτσι την κάλυψη του 55% της συνολικής κατανάλωσης θερμότητας στην πόλη και περίπου του 20% σε ολόκληρη την χώρα της Δανίας (Thornton, 2011· Elsmann, 2009).

<sup>7</sup> Η λειτουργία των αντλιών θερμότητας, βασίζεται στην απόσπαση θερμότητας από το υπέδαφος το χειμώνα, αποδίδοντας θερμότητα στο υπέδαφος το καλοκαίρι (Nielsen, 2003).



Χάρτης 5:  
Απεικόνιση  
του δικτύου  
μεταφοράς  
θερμότητας  
στην  
Κοπεγγάγη

(Διαδίκτυο:  
DBDH,  
2010)

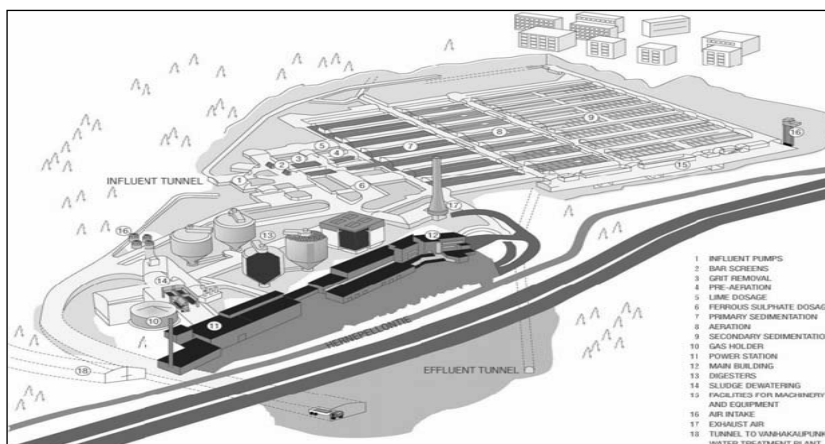


Εικόνα 25:  
Απεικόνιση  
ενός  
πρότυπου  
συστήματος  
αντλιών  
θερμότητας  
και ψύξης  
(Thornton,  
2011)

### 3.3.1.3 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα οφέλη από την υπόγεια εγκατάσταση των μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων (υγρών και στερεών), είναι πολλαπλά και σχετίζονται κυρίως με το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον λόγω της αυξημένης προστασίας που προσφέρουν ως προς την αισθητική υποβάθμιση του τελευταίου αλλά και την έκθεση σε επιβλαβείς οσμές. Επιπροσθέτως, αναλογίζοντας και συνδυάζοντας την θερμοκρασιακή ευαισθησία που παρουσιάζει η επεξεργασία αποβλήτων με την σταθερή θερμοκρασία του υπεδάφους, γίνεται κατανοητό ότι υπάρχουν και οικονομικά οφέλη προερχόμενα από την εξοικονόμηση ενέργειας (Parker, 2004).

Το πιο γνωστό ίσως παράδειγμα ενός τέτοιου χώρου, εδράζει στο Viikinmäki της Φινλανδίας, όπου και πραγματοποιείται η επεξεργασία όλων των υγρών αποβλήτων του Ελσίνκι (Paul κ.ά., 2002). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί και το γεγονός ότι με την μεταφορά των μονάδων υπόγεια, πραγματοποιήθηκε ανάπλαση στην περιοχή με αποτέλεσμα την ριζική μεταμόρφωσή της σε περιοχή κατοικίας, περιλαμβάνοντας πάρκα και διάφορες εγκαταστάσεις αναψυχής, συμβάλλοντας, ουσιαστικά, στην βελτίωση του αστικού τοπίου (Διαδίκτυο: HSY, 2012· Sillfors, 1998).

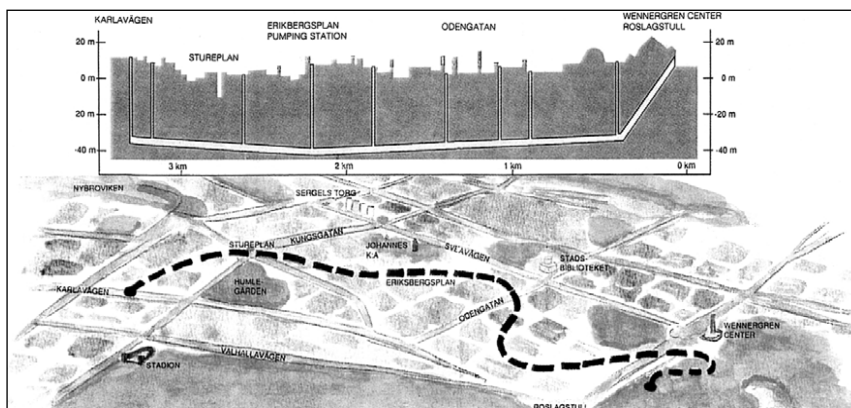


Σχήμα 14: Η  
εγκατάσταση  
επεξεργασίας  
υγρών  
αποβλήτων στο  
Viikinmäki της  
Φινλανδίας  
(Chow κ.ά.,  
2002)

### 3.3.1.4 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η δημιουργία υπόγειων εγκαταστάσεων πλημμυρικού ελέγχου γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική, αφού με την μείωση της φυσικής επιφάνειας, μέσα από την κατάληψη της από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, μειώνεται παράλληλα και η απορροφητική ικανότητα του εδάφους φαινόμενο που εν τέλει οδηγεί σε συχνότερες πλημμύρες στις πόλεις και αλυσιδωτά στην υποβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης (Nordmark, 2002).

Ένα παράδειγμα που αναδεικνύει την αναγκαιότητα των ανωτέρω εγκαταστάσεων, είναι αυτό του «Snake Tunnel» που κατασκευάστηκε στην Στοκχόλμη για την επίλυση του σημαντικού ζητήματος της κατάληξης υγρών αποβλήτων στην λίμνη Malar, λόγω ανεπάρκειας του αποχετευτικού συστήματος (Tollerup, 1993). Σκοπός της σήραγγας, είναι η προσωρινή αποθήκευση της πλεονάζουσας ποσότητας υγρών αποβλήτων κατά τη διάρκεια των έντονων βροχοπτώσεων, αποτρέποντας με αυτόν τον τρόπο τον κίνδυνο πλημμύρας (Tollerup, 1993).



Σχήμα 15:  
Μηκοτομή του  
«Snake  
Tunnel» στην  
Στοκχόλμη

(Nordmark,  
2002)

### 3.3.2 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Η συνεχώς αυξανόμενη κυκλοφοριακή συμφόρηση, αποτέλεσμα της ραγδαίας πληθυσμιακής εξέλιξης στις πόλεις, συνέβαλε στο να ενταθούν προβλήματα όπως η υποβάθμιση του αστικού τοπίου, και σε συνδυασμό με την έλλειψη χώρου στην επιφάνεια οδήγησαν στην στροφή προς μια υπόγεια ανάπτυξη μεταφορικών υποδομών. Μέσω των υπόγειων μεταφορικών υποδομών, επιτεύχθηκαν στόχοι όπως ή αποσυμφόρηση των δρόμων, και γενικότερα της επιφάνειας, η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και εν τέλει μια αισθητική αναβάθμιση του τοπίου (Parker, 2004).



### 3.3.2.1 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΔΡΟΜΟΙ

Η ύπαρξη μεγάλων αυτοκινητοδρόμων σε μια περιοχή που είτε κατοικείται είτε προορίζεται για κατοικία, επιφέρει αλυσιδωτά μια σειρά από αρνητικά φαινόμενα όπως είναι η υποβάθμιση του αστικού τοπίου, και περαιτέρω των συνθηκών διαβίωσης, μέσω της ηχητικής και οπτικής όχλησης που δημιουργείται, της αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης κτλ. Ως λύση των ανωτέρω προβλημάτων αναπτύχθηκαν, σε διάφορες πόλεις ανά τον κόσμο, υπόγειες οδικές αρτηρίες.

Εντυπωσιακό έργο μεταφοράς αυτοκινητοδρόμου υπόγεια, αποτέλεσε το επονομαζόμενο «Big Dig» στη Βοστώνη το οποίο ξεκίνησε το 1991 και ολοκληρώθηκε το 2005. Η υπερυψωμένη κεντρική αρτηρία, η οποία λειτουργούσε από το 1959 διχοτομώντας στην ουσία την πόλη, κατεδαφίστηκε, και την θέση της πήραν ελκυστικές λεωφόροι και πάρκα ενώ για την αντικατάσταση της δημιουργήθηκε υπόγειος αυτοκινητόδρομος 10 λωρίδων (Διαδίκτυο: Gelinis, 2007).



Εικόνα 26:  
Άποψη πριν και  
μετά το έργο  
«Big Dig» στη  
Βοστώνη

(Διαδίκτυο: KB  
International  
LLC, 2010)

### 3.3.2.2 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ

Όπως έχει ειπωθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, βασικό ζήτημα των σύγχρονων αστικών κέντρων αποτελεί η έλλειψη χώρων στάθμευσης, ενώ οι υπέργειες λύσεις κρίνονται πολλές φορές ανεπαρκείς. Βασικούς παράγοντες για την επιλογή της υπόγειας στάθμευσης αποτελούν, η ενδεχόμενη αποσυμφόρηση της περιβάλλουσας περιοχής σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση πολύτιμου χώρου, η μηδενική οπτική όχληση και ο περιορισμός του θορύβου, καθώς και η υψηλή προστασία των οχημάτων από τα καιρικά φαινόμενα. Φυσικά, υπάρχουν και αρνητικοί παράγοντες οι βασικότεροι εκ των οποίων είναι, το αυξημένο κόστος κατασκευής και φωτισμού, η ανάγκη για αερισμό του υπόγειου χώρου, ο περιορισμένος αριθμός σημείων όπου μπορούν να

αναπτυχθούν τέτοιοι χώροι, καθώς και τα πιθανά κυκλοφοριακά προβλήματα κατά την διάρκεια της κατασκευής (Tareau, 1995).

Παράδειγμα υπόγειου χώρου στάθμευσης και των θετικών αποτελεσμάτων που δύναται να επιφέρει, αποτελεί η υπόγεια εγκατάσταση για την στάθμευση κάτω από την σημερινή πλατεία «Estienne d' Orves» στη Μασσαλία. Μετά την κατεδάφιση του υπερυψωμένου χώρου στάθμευσης, δημιουργήθηκε υπόγειος χωρητικότητας 650 οχημάτων ενώ ο ελεύθερος πλέον επιφανειακός χώρος μετατράπηκε σε δημόσιο χώρο για την ανάπτυξη ποικίλων δραστηριοτήτων, γεγονός που διαδραμάτισε κομβικό ρόλο στην αναγέννηση της περιοχής (Διαδίκτυο: Espruche, 1989).

Εικόνα 27: Άποψη του χώρου στάθμευσης πριν δημιουργηθεί η πλατεία «Estienne d' Orves» στη Μασσαλία (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2003)



Εικόνα 28: Άποψη της σημερινής πλατείας «Estienne d' Orves» στη Μασσαλία (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2003)



### 3.3.2.3 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΜΗΤΡΟΠΟΛΙΤΙΚΟΙ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ

Οι υπόγειοι μητροπολιτικοί σιδηρόδρομοι («μετρό»), ξεκίνησαν να δημιουργούνται στα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα και σήμερα αποτελούν ένα ιδιαίτερα σημασίας μέσο μαζικής μεταφοράς. Η ύπαρξη «μετρό», συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας ζωής εξυπηρετώντας πρωτίστως τις πυκνοκατοικημένες περιοχές μιας πόλης, μέσω της διασύνδεσης πολυσύχναστων σημείων, όπως νοσοκομεία, πανεπιστήμια, χώρους αναψυχής κτλ (Tzounadakis & Batsos, 2007). Παράλληλα, η δημιουργία των εκάστοτε σταθμών ακολουθείται συνήθως από ευρύτερες πολεοδομικές παρεμβάσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ελκυστικότητα και η αξία γης της επικείμενης αστικής περιοχής (Μπάτσος & Τζουβαδάκης, 2009).

Σύγχρονο παράδειγμα υπόγειου μητροπολιτικού σιδηρόδρομου, αν και αρκετά αργοπορημένο σε σχέση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, αποτελεί το Μετρό της Αθήνας το οποίο μαζί με το Τραμ, τον Προαστιακό Σιδηρόδρομο και τον Ηλεκτρικό Σιδηρόδρομο

Αθηνών – Πειραιώς συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο συγκοινωνιακό δίκτυο, αναβαθμίζοντας την ποιότητα ζωής στην ελληνική πρωτεύουσα (Διαδίκτυο: Αττικό Μετρό ΑΕ, 2012).



Εικόνα 29: Άποψη σταθμού του Μετρό της Αθήνας

(Διαδίκτυο: Αττικό Μετρό ΑΕ, 2012)

### 3.3.3 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΤΙΚΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ

Οι υπόγειοι αποθηκευτικοί χώροι αποτελούν μια από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις του υπεδάφους. Οι βασικοί λόγοι που συνέτειναν σε αυτήν την υπόγεια επιλογή αποθήκευσης είναι, οι σταθερές θερμοκρασιακές συνθήκες, κάτι που συνεπάγεται μειωμένα έξοδα για θέρμανση-ψύξη, η δυνατότητα επέκτασης του υπόγειου χώρου αν μεταβληθούν οι ανάγκες στο μέλλον, η αυξημένη ασφάλεια τόσο για τους εργαζόμενους όσο και για τα προϊόντα λόγω της ελεγχόμενης εισόδου στον υπόγειο χώρο καθώς και η απομόνωση του υπόγειου χώρου από την επιφάνεια, με αποτέλεσμα την απουσία θορύβων και δονήσεων.

Το πιο επιτυχημένο ίσως παράδειγμα αξιοποίησης του υπόγειου χώρου για την ανάπτυξη υπόγειων αποθηκευτικών χώρων είναι η περίπτωση του Κάνσας. Στη συγκεκριμένη περιοχή σήμερα, νοικιάζονται και χρησιμοποιούνται περισσότερα από 25.000.000 μ<sup>2</sup> υπόγειου χώρου ενώ σε ετήσια βάση η επιφάνεια υπόγειου χώρου που διαμορφώνεται και νοικιάζεται ξεπερνά τα 100.000 μ<sup>2</sup> (Διαδίκτυο: Nadis, 2010). Γενικότερα, υπάρχουν αρκετά υπόγεια κέντρα τα οποία είτε αξιοποιούν χώρο πρώην εκμεταλλεύσεων αδρανών υλικών, είτε έχουν δημιουργεί από την αρχή για την φιλοξενία αποθηκευτικών χρήσεων (Σχήμα 16).



Σχήμα 16: Απεικόνιση της υπόγειας αποθηκευτικής – διαμετακομιστικής εγκατάστασης του «Springfield Underground» στο Μιζούρι.

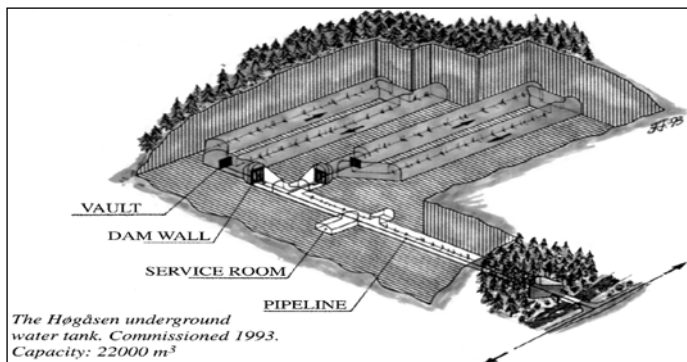
(Διαδίκτυο: Springfield Underground, 2011)



### 3.3.3.1 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΝΕΡΟΥ

Η εξασφάλιση της απαραίτητης ποσότητας νερού για τα εκάστοτε δίκτυα ύδρευσης, ειδικότερα σε περιοχές που εμφανίζουν προβλήματα ξηρασίας κτλ, αποτελεί μείζον ζήτημα. Μέσα από την κατασκευή υπόγειων θαλάμων για την αποθήκευση νερού, η οποία πραγματοποιείται ανεξαρτήτως της επάρκειας επιφανειακού χώρου (Nordmark, 2002), επιτυγχάνεται η προστασία του νερού τόσο από την επίδραση του ήλιου και της ρύπανσης από επιφανειακά ρέοντα νερά (Καλλιανιώτης κ.ά., 2009) όσο και έναντι δολιοφθοράς και απειλής πολέμου, ενώ παράλληλα παρατηρούνται και οφέλη όπως η σταθερή και χαμηλή θερμοκρασία του νερού αλλά και το χαμηλότερο κόστος συντήρησης (Broch, 2007).

Πρότυπο χώρας στην ανάπτυξη τέτοιων υπόγειων αποθηκευτικών θαλάμων για το νερό, αποτελεί η Νορβηγία με πάνω από 60 χρόνια εμπειρίας στον τομέα, ευνοούμενη βέβαια και από τις γεωλογικές τις συνθήκες (Nordmark, 2002). Στην πόλη Τρόντχαϊμ, η οποία υδροδοτείται από τη λίμνη «Jonsvatnet» μέσω ενός δικτύου σηράγγων, το νερό αποθηκεύεται σε διάφορους υπόγειους θαλάμους γύρω από την πόλη (Broch, 2007), μεταξύ των οποίων και το υπόγειο συγκρότημα αποθήκευσης νερού «Høgåsen» (Σχήμα 17).



Σχήμα 17: Σχηματική απεικόνιση του υπόγειου συγκροτήματος αποθήκευσης νερού «Høgåsen» στην Νορβηγία (Nordmark, 2002)

### 3.3.3.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Βασικό προτέρημα της υπόγειας αποθήκευσης τροφίμων (γνωστή και ως ψυχρή αποθήκευση), της οποίας η πρωταρχική μορφή γνωστή και ως «κελάρι» χρησιμοποιείται ακόμα κυρίως για αποθήκευση κρασιού, αποτελεί η διατήρηση των επιπέδων θερμοκρασίας και υγρασίας των χώρων ανεξαρτήτως των εποχιακών μεταβολών. Έτσι, οι απαιτήσεις σε μόνωση και ενεργειακή κατανάλωση μειώνονται σημαντικά (Brachos & Benardos, 2007), ενώ σε ενδεχόμενη περίπτωση βλάβης του

ψυκτικού μηχανισμού η άνοδος της θερμοκρασίας περιορίζεται σημαντικά από την βραχομάζα (Ikäheimonen κ.ά., 1989). Η θερμοκρασία του εκάστοτε χώρου, καθορίζεται από το προς αποθήκευση προϊόν και κυμαίνεται από τους 2-5°C για φρούτα, λαχανικά κτλ, μέχρι -20 με -25°C για ψάρια, κρέας κá (Brachos & Benardos, 2007).

Στην πόλη «Velkua» της Φινλανδίας λειτουργεί χώρος ψυχρής αποθήκευσης για ψάρια, αποτελούμενος από 2 παράλληλες αίθουσες κάθε μια από τις οποίες έχει 12 μ. πλάτος και 33 μ. μήκος 0 (Goel κ.ά., 2012). Αντίστοιχα παραδείγματα απαντώνται και σε άλλες χώρες όπως η Νορβηγία , η Σουηδία κτλ.

### 3.3.3.3 ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΩΝ

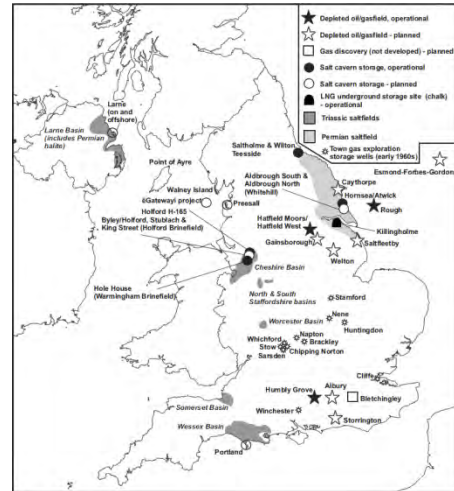
Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η υπόγεια αποθήκευση υδρογονανθράκων είναι μια εφαρμογή ιδιαίτερος σημαντική, και παρόλο του ότι συναντάται κυρίως στον εξωαστικό χώρο, εγκαταστάσεις αποθήκευσης πετρελαίου και φυσικού αερίου δημιουργούνται και στις πόλεις (Meijnenfeldt & Regenboog, 2003). Μάλιστα, όπως αναφέρουν χαρακτηριστικά οι Benardos & Kaliampakos (2005) δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις όπου η επέκταση των πόλεων κατέληξε στο να συμπεριληφθούν στον αστικό ιστό βιομηχανικές εγκαταστάσεις όπως είναι η επιφανειακές δεξαμενές πετρελαίου.

Η πρακτική αυτή χρησιμοποιείται από πολλές χώρες στην Ευρώπη, τόσο για την αποθήκευση πετρελαίου, όπως στο Τρόντχαϊμ της Νορβηγίας όπου η εν λόγω αποθήκευση πραγματοποιείται κατά ένα μεγάλο ποσοστό σε υπόγειους θαλάμους (Εικόνα 30) (Broch, 2007), όσο και για την αποθήκευση φυσικού αερίου, όπως στην Μεγάλη Βρετανία η οποία μάλιστα προσπαθεί να αυξήσει την συνολική χωρητικότητα αποθήκευσης, μέσω καινούργιων εγκαταστάσεων αλλά και της εξέλιξης των υπάρχουσών (Χάρτης 6)<sup>8</sup> (Evans κ.ά., 2008).

<sup>8</sup> Τα μαύρα αστέρια και κύκλοι στον χάρτη δείχνουν τους εν λειτουργία χώρους αποθήκευσης φυσικού αερίου (σε χώρους όπου υπήρχε πετρέλαιο ή φυσικό αέριο και εξαντλήθηκε, και σε σπήλαια άλατος αντιστοιχώς), ενώ παράλληλα τα άσπρα δείχνουν τους προγραμματισμένους.

Χάρτης 6: Υπάρχοντες και προγραμματισμένοι χώροι αποθήκευσης φυσικού αερίου στην Μ. Βρετανία (Evans κ.ά., 2008)

Εικόνα 30: Μεταφορά πετρελαίου από υπόγειο θάλαμο αποθήκευσης στο Τρόντχαϊμ της Νορβηγίας (Broch, 2007)



### 3.3.4 ΥΠΟΓΕΙΕΣ ΥΠΟΔΟΜΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΧΡΟΝΟ

Θεωρητικά, κάθε άτομο μπορεί να καταναλώσει τον ελεύθερο του χρόνο σε οποιοδήποτε τόπο, γεγονός που οφείλεται τόσο στην τεράστια ποικιλία δραστηριοτήτων ελεύθερου χρόνου, όσο και στην υποκειμενική αντίληψη της έννοιας καθαυτής. Όμως, αφού το μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων ζει στις πόλεις και δεδομένου του περιορισμού στις μετακινήσεις λόγω εργασίας κτλ, το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ελεύθερου χρόνου παρατηρείται στον αστικό χώρο (Bull κ.ά., 2003).

Οι δραστηριότητες ελεύθερου χρόνου στον αστικό χώρο, χωροθετούνταν ανέκαθεν με βάση την ανταγωνιστικότητά τους στο πλαίσιο της αγοράς γης (Sprink, 1994). Το φαινόμενο της υπόγειας χωροθέτησης τέτοιων δραστηριοτήτων, αν και όχι τόσο διαδεδομένο ακόμα, έχει αρχίσει να αναπτύσσεται, παράγοντας εντυπωσιακούς χώρους ανά τον κόσμο, ενώ ζητήματα όπως η έλλειψη φωτισμού κτλ θα πρέπει να αποσαφηνισθεί ότι δεν έχουν πάντα αρνητική επιρροή, μιας και πολλές χρήσεις (όπως οι κινηματογράφοι, οι χώροι άθλησης και συναυλιών κτλ) δεν βασίζονται ούτως ή άλλως στην ύπαρξη φυσικού φωτός (Meijensfeldt & Regenboog, 2003).

#### 3.3.4.1 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟ

Δύο εντυπωσιακά παραδείγματα υπόγειων χώρων άθλησης είναι το «Gjøvic Olympic Mountain Hall» στη Νορβηγία, στο οποίο έχει ήδη γίνει αναφορά, και το κολυμβητήριο «Itäkeskus» (Εικόνα 31) στα προάστια του Ελσίνκι δημιουργημένο σε έναν βραχώδη

λόφο μιας σπάνιου κάλλους προστατευόμενης περιοχής. Το προαναφερθέν κολυμβητήριο, εντάσσεται σε ένα υπόγειο συγκρότημα δύο επιπέδων, το οποίο περιλαμβάνει και πολλές άλλες εγκαταστάσεις όπως πισίνα, σάουνα κτλ, με το μόνο επιφανειακό σημείο να είναι η είσοδος (Samwel, 2003).

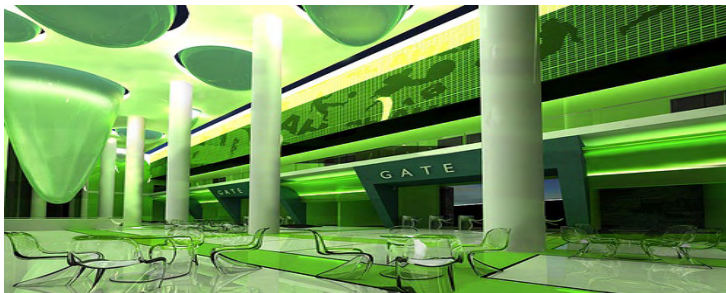
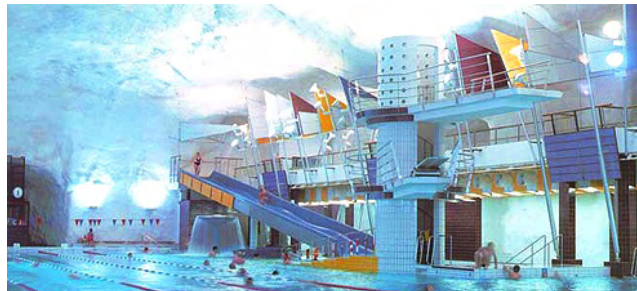
Άλλο παράδειγμα πρόσφατα δημιουργημένου αθλητικού υπόγειου χώρου, αποτελεί το «Multi-Purpose Sports Hall» στο Σίντνεϊ, το οποίο βρίσκεται κάτω από το Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας (UTS) της πόλης και η έμπνευση και κατασκευή του αποτέλεσε μέρος ενός γενικότερου σχεδίου με τίτλο «City Campus Master Plan» (Εικόνα 32) (Διαδίκτυο: UTS, 2010).

Τέλος, στο Κατάρ, κατασκευάζεται για την τοπική ομάδα Al Ahli, και με πρόθεση να χρησιμοποιηθεί κατά την διοργάνωση του Μουντιάλ Ποδοσφαίρου το 2022, αν τελικά αναλάβει την διοργάνωση, το πρώτο υπόγειο στάδιο στον κόσμο με την ονομασία «The Wall» (Εικόνα 33). Το γήπεδο θα έχει χωρητικότητα 11.000 θεατών, θα είναι κλιματιζόμενο με ενσωματωμένο στην γενικότερη αρχιτεκτονική φωτισμό ενώ κρίσιμο ρόλο στην υιοθέτηση αυτής της υπόγειας πρακτικής διαδραμάτισαν οι υψηλές θερμοκρασίες της περιοχής (Robertson, 2007).

Εικόνα 32: Εσωτερική απεικόνιση του «Multi-Purpose Sports Hall» στο Σίντνεϊ (UTS, 2010)



Εικόνα 31: Εσωτερική άποψη του κολυμβητηρίου «Itäkeskus» στο Ελσίνκι (Διαδίκτυο: Walat, 2011)



Εικόνα 33: Εσωτερική άποψη μέρους του υπόγειου γηπέδου στο Κατάρ (Διαδίκτυο: Made Man, 2008)

### 3.3.4.2 ΥΠΟΓΕΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ

Τα υπόγεια εμπορικά κέντρα, προσφέροντας τα απαραίτητα κίνητρα για την προτίμησή τους από το κοινό από τα αντίστοιχα επιφανειακά, δύναται να εξελιχθούν σε ισχυρούς πόλους έλξης (Meijenf eldt & Regenboog, 2003), και ίσως και πιο κερδοφόρα αν αναλογιστεί κανείς ότι σύμφωνα με έρευνες ο φυσικός φωτισμός και η οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον αποτελούν αρνητικούς παράγοντες ως προς την αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών (Meijenf eldt, 2003). Αρνητικό στοιχείο για ένα τέτοιο υπόγειο εμπορικό κατάστημα, αποτελεί η αναγκαία ύπαρξη και ενός ικανού μεγέθους χώρου στάθμευσης.

Επιπλέον, κομβικός παράγοντας για την επιτυχία του εγχειρήματος θεωρείται η σύνδεση των καταστημάτων με τους σταθμούς του μετρό, έτσι ώστε η επιβατική κίνηση να λειτουργήσει ως κινητήριο μοχλός και για την εμπορική κίνηση, ενώ ενδείκνυται και ο συνδυασμός υπόγειων και επιφανειακών εμπορικών επιπέδων, με αφορμή της δημιουργία υπερσύγχρονων εμπορικών συγκροτημάτων (Meijenf eldt & Regenboog, 2003).

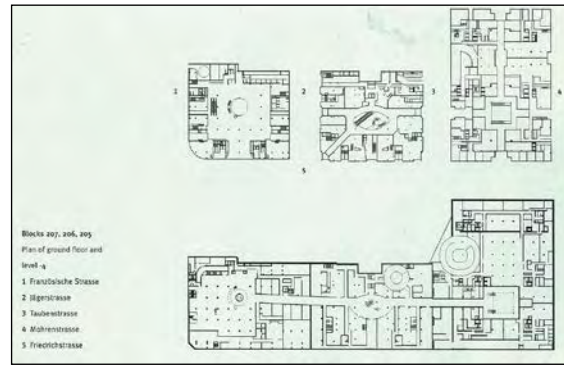
Παραδείγματα των εν λόγω χώρων απαντώνται σε διάφορες περιοχές του κόσμου όπως είναι, η υπόγεια πόλη του Μόντρεαλ, στην οποία θα γίνει εκτενής αναφορά παρακάτω, αρκετές πόλεις της Κίνας καθώς και το Βερολίνο. Όσον αφορά στην Κίνα, οι πόλεις Harbin, Shanghai και Guangzhou συγκεντρώνουν τα περισσότερα υπόγεια καταστήματα (Ronghua κ.ά., 2012) (Εικόνα 34), ενώ άξιο αναφοράς είναι ότι η πλειοψηφία τους προέρχεται από προγράμματα που είχαν να κάνουν με την στρατιωτική άμυνα (κυρίως προστασία από εναέριες επιθέσεις) (Qian & Chen, 1997). Στο Βερολίνο, υπό το πρίσμα της αναζωογόνησης της άλλοτε μοντέρνας εμπορικής περιοχής Friedrichstrasse, κατασκευάστηκαν σε γειτονικά της οδού οικοδομικά τετράγωνα τρία ανεξάρτητα συγκροτήματα, τα οποία συνδέθηκαν υπόγεια μέσω εμπορικών στοών (Σχήμα 18). Κάθε συγκρότημα διαθέτει 7 ορόφους και 4 υπόγεια επίπεδα και περιλαμβάνει εμπορικά καταστήματα, γραφεία, κατοικίες και χώρους στάθμευσης (Meijenf eldt, 2003).



Εικόνα 34: Εσωτερική απεικόνιση του υπόγειου εμπορικού κέντρου στην Σαγκάη (Διαδίκτυο: Ong, 2011)



Σχήμα 18: Κάτοψη των ισογείων (επάνω) και του τέταρτου υπόγειου επιπέδου (κάτω) της οδού Friedrichstrasse στο Βερολίνο (Meijenfeldt, 2003)



### 3.3.4.3 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟ

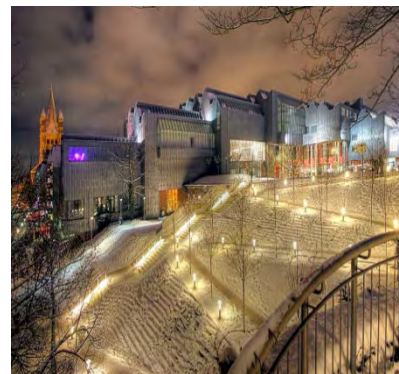
Η χρήση του υπεδάφους για την δημιουργία χώρων σχετιζόμενων με πολιτιστικά στοιχεία της εκάστοτε περιοχής, όπως είναι για παράδειγμα οι μουσειακοί χώροι, είναι ένα φαινόμενο που αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο. Η ανάπτυξη αυτή, οφείλεται σε παραμέτρους όπως είναι το σταθερό περιβάλλον του υπόγειου χώρου, βασικός παράγοντας για την προστασία και συντήρηση ευαίσθητων σε αλλαγές του μικροκλίματος ιστορικών κειμηλίων, η προστασία από φυσικές καταστροφές καθώς και οι μειωμένες πιθανότητες κλοπής (Ping κ.ά., 2009).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα υπόγειου πολιτισμικού χώρου αποτελεί το περίφημο μουσείο του Λούβρου (Εικόνα 22), με βασικά αίτια της υπόγειας επιλογής την αδυναμία επιφανειακής επέκτασης λόγω έλλειψης χώρου αλλά και την αποφυγή της διατάραξης της αρμονίας του παλατιού (Ping κ.ά., 2009). Ακουστό επίσης υπόγειο έργο, είναι η βάθους 25 μέτρων και χωρητικότητας 2000 θέσεων Φιλαρμονική Ορχήστρα της Κολωνίας, στις οποίες μάλιστα ο επιφανειακός χώρος (εννοώντας τον χώρο που βρίσκεται η είσοδος) διαμορφώθηκε ως πλατεία (Deelen, 2003) (Εικόνες 35-36).

Εικόνα 35: Εσωτερική άποψη της αίθουσας συναυλιών της Φιλαρμονικής Ορχήστρας της Κολωνίας (Deelen, 2003)



Εικόνα 36: Εξωτερική άποψη της Φιλαρμονικής Ορχήστρας της Κολωνίας (Deelen, 2003)



Φυσικά, υπάρχουν ποικίλα παραδείγματα ανάλογων χώρων παγκοσμίως αλλά για ευνόητους λόγους θα γίνει μια αναφορά παρακάτω μόνο σε ορισμένα από αυτά.

Το μουσείο του Τσόρτσιλ στο Λονδίνο, τα «Swarovski Kristallwelten» και «Universalmuseum Joanneum» στην Αυστρία και το «Settlement Museum» στην Ισλανδία, είναι μερικά εντυπωσιακά παραδείγματα υπόγειων μουσειακών χώρων.

Πιο συγκεκριμένα, το μουσείο του Τσόρτσιλ (Εικόνα 38) λειτουργεί από το 1984, είναι εγκατεστημένο σε ένα πρώην υπόγειο μυστικό στρατηγείο (είχε δημιουργηθεί κατά τον 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο) ενώ χωρίζεται σε δύο πτέρυγες, αυτή των αιθουσών του πολεμικού συμβουλίου και αυτή του βιογραφικού μουσείου του Γουίστον Τσόρτσιλ (Διαδίκτυο: Imperial War Museum, 2011). Το μουσείο κρυστάλλων και πολυμέσων (Swarovski Kristallwelten) τώρα στο Βάτενς της Αυστρίας (Εικόνα 37), λειτουργεί από το 1995 και είναι αφιερωμένο στις κρυστάλλινες δημιουργίες, αποτελούμενο από ιδιαίτερης ομορφιάς χώρους όπως είναι το κρυστάλλινο θέατρο, η αίθουσα με τους κρυστάλλινους πλανήτες καθώς και από μία με διάφορα εκθέματα (Διαδίκτυο: Swarovski Kristallwelten, 2012).

Εικόνα 38: Εσωτερική άποψη του μουσείου του Τσόρτσιλ στο Λονδίνο (Διαδίκτυο: Casson Mann, 2012)



Εικόνα 37: Εξωτερική και εσωτερική άποψη του μουσείου των κρυστάλλων στην Αυστρία (Διαδίκτυο: Swarovski Kristallwelten, 2012)



Στο «Universalmuseum Joanneum» του Γκκρατς της Αυστρίας, οι υπόγειοι χώροι δημιουργήθηκαν ως επέκταση του υπάρχοντος μουσειακού συγκροτήματος προσθέτοντάς του χώρους όπως, αίθουσα συνεδριάσεων, βιβλιοθήκη, μουσείο φυσικής ιστορίας κτλ, ενώ χαρακτηρίζονται από μία μοναδική αρχιτεκτονική (Εικόνα 40) (Διαδίκτυο: Universalmuseum Joanneum Press, 2011). Τέλος, το «Settlement Museum» (Εικόνα 39) στο Ρέικιαβικ της Ισλανδίας, δημιουργήθηκε χάρη στην εύρεση, κατά την ώρα εργασιών εκσκαφής, μιας αρχαίας παραδοσιακής κατοικίας Βίκινγκ χρονολογούμενης από το 930 έως το 1000 μΧ, η οποία αποτελεί και το βασικό έκθεμα του υπόγειου αυτού μουσείου (Hammel, 2010).



Εικόνα 40: Εξωτερική και εσωτερική άποψη του μουσείου «Joanneum» στην Αυστρία (Διαδίκτυο: Frearson, 2012)

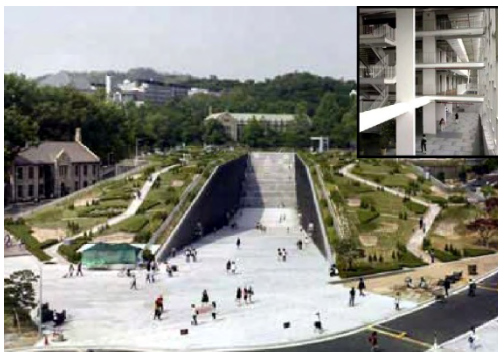


Εικόνα 39: Εσωτερική άποψη του μουσείου «Settlement» στην Ισλανδία (Διαδίκτυο: Eubanks, 2010)



Εκτός όμως από τα είδη χώρων που αναφέρθηκαν, υπάρχουν και άλλα υπόγεια παραδείγματα σχετικά με τον πολιτισμό όπως είναι το υπόγειο πανεπιστήμιο θηλέων στην Κορέα, έμπνευση του αρχιτέκτονα Dominique Perrault η οποία γεννήθηκε από την επιθυμία διατήρησης ενός μεγάλου χώρου πρασίνου στην πανεπιστημιούπολη και υλοποιήθηκε το 2009 (Εικόνα 42) (Διαδίκτυο: Perrault, 2010), καθώς και η διαμόρφωση του υπογείου στο κολέγιο «Ανόβερο» της Ιντιάνα σε χώρο μελέτης, μουσικών δραστηριοτήτων κτλ (Εικόνα 41) (Διαδίκτυο: Rowland Design, 2012).

Εικόνα 42: Εξωτερική και εσωτερική άποψη του πανεπιστημίου «EWhA» στην Κορέα (Διαδίκτυο: Perrault, 2010)



Εικόνα 41: Εσωτερική άποψη του πανεπιστημίου «Ανόβερο» στην Ιντιάνα (Διαδίκτυο: Rowland Design, 2012)



### 3.3.5 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΧΩΡΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ - ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη υπόγειων χώρων εργασίας, είναι η τήρηση των κανονισμών που αφορούν στο εσωτερικό κλίμα, στον φυσικό φωτισμό, στη ασφάλεια και στην υγεία καθώς και στις ώρες εργασίας (Meijenfeldt & Regenboog, 2003).

Συνέπεια του παραπάνω κανονισμού είναι η ύπαρξη πληθώρας εργασιακών χώρων με την μορφή βυθισμένων ή καλυμμένων με χώμα χώρων, καθώς μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν στη νομοθεσία και στις απαιτήσεις των εργαζομένων, ενώ αντίθετα οι τελείως υπόγειοι εργασιακοί χώροι είναι περιορισμένοι.

Δύο παραδείγματα που καλύπτουν τις άνω περιπτώσεις είναι αυτό της επέκτασης των γραφειακών χώρων της «Andersson Elffers Felix» στην Ουτρέχτη, και το υπόγειο συγκρότημα «Subtropolis» στο Κάνσας. Στο πρώτο παράδειγμα, η εν λόγω επέκταση δεν πραγματοποιήθηκε τελείως υπόγεια έχοντας βυθισμένα αίθρια όπου εισέρχεται φυσικό φως (Meijenfeldt & Regenboog, 2003), ενώ στο συγκρότημα «Subtropolis», όπου στεγάζονται μάλιστα 50 εταιρείες και απασχολούνται περισσότεροι από 1300 άνθρωποι, ο γιγάντιος χώρος βρίσκεται σε βάθος περίπου 34 μέτρων φιλοξενώντας χρήσεις όπως αποθήκες, ψυγεία, γραφεία και χώρους στάθμευσης (Nadis, 2010).

Περνώντας τώρα στην χρήση του υπόγειου χώρου ως κατοικία, πρέπει να σημειωθεί ότι παρόλο που ορισμένα τμήματα των κατοικιών μας είναι οικείο να βρίσκονται υπόγεια (χώροι στάθμευσης, αποθήκες κτλ), η μεταφορά εξολοκλήρου της συγκεκριμένης χρήσης στο υπέδαφος είναι σαφώς δυσκολότερη και πολυπλοκότερη. Η επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, το φως και τον αέρα είναι τόσο σημαντική, ώστε οι κανόνες που αφορούν στα ζητήματα αυτά να καθορίζονται από τη νομοθεσία (Meijenfeldt & Regenboog, 2003).

Οι ανωτέρω δυσκολίες όμως, δεν έχουν αποτρέψει εντελώς το εγχείρημα και για τον λόγο αυτό υπάρχουν διάφορα παραδείγματα υπόγειων κατοικιών παγκοσμίως τα οποία δημιουργήθηκαν ακολουθώντας είτε την πρακτική των βυθισμένων χώρων είτε των χώρων καλυμμένων με χώμα. Ενδεικτικά, αναφέρονται η βυθισμένη κατοικία στην πόλη Tsukuba, κοντά στο Τόκυο, η οποία διατάσσεται γύρω από μια εσωτερική αυλή προσαρμοζόμενη άριστα στο αστικό ανάγλυφο (Εικόνα 43), καθώς και το συγκρότημα κατοικιών «Nine Houses» στην Ελβετία, το οποίο αποτελεί ένα εντυπωσιακό παράδειγμα κατοικιών που καλύπτονται με χώμα και οι οποίες ενσωματώνονται τέλεια στο λοφώδες ανάγλυφο της περιοχής (Εικόνα 44) (Melet, 2003).

Εικόνα 44: Το συγκρότημα κατοικιών «Nine Houses» στην Ελβετία (Διαδίκτυο: Green Roofs, 2010)



Εικόνα 43: Η βυθτισμένη κατοικία στην πόλη Tsukuba (Melet, 2003)



### 3.4 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΠΟΛΕΩΝ: ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΕΙΡΙΑ

Εκτός από τα μεμονωμένα υπόγεια έργα καθώς και από ορισμένα εντυπωσιακά μελλοντικά σχέδια<sup>9</sup> που αναφέρθηκαν σε προηγούμενες υποενότητες της παρούσας εργασίας, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει αναφορά και σε ορισμένα αξιοσημείωτα παραδείγματα περιοχών οι οποίες υπό την πίεση διαφόρων δυσμενών συνθηκών αναγκάστηκαν να καταφύγουν σε υπόγειες λύσεις δημιουργώντας σταδιακά, σε κάποιες περιπτώσεις, ολόκληρες υπόγειες πόλεις. Τα πιο γνωστά και παράλληλα εντυπωσιακά παραδείγματα υπόγειων πόλεων παγκοσμίως, είναι αυτά του Μόντρεαλ και του Τορόντο στον Καναδά καθώς και το υπόγειο επιχειρηματικό συγκρότημα Subtropolis στο Κάνσας. Φυσικά, εξίσου εντυπωσιακά παραδείγματα απαντώνται και στις άλλες ηπείρους εκ των οποίων κάποια επιλεγμένα θα αναλυθούν παρακάτω.

#### *3.4.1 UNDERGROUND MONTREAL CITY – MONTPELLE*

Η υπόγεια πόλη του Μόντρεαλ, αποτελεί ένα παράδειγμα-πρότυπο ανάπτυξης μιας πραγματικής υπόγειας πόλης. Ο υπόγειος χώρος στο Μόντρεαλ, χρησιμοποιείται εδώ και δεκαετίες κι αποτελεί σταθμό της υπόγειας ανάπτυξης, αφού εκεί υπάρχει το πιο εκτεταμένο εσωτερικό δίκτυο κίνησης πεζών στον κόσμο με πάνω από 32 χλμ σηράγγων, καλύπτοντας μια περιοχή 12 χλμ<sup>2</sup> (Besner, 2007). Το υπόγειο δίκτυο διαθέτει 120 σημεία πρόσβασης και εξυπηρετεί καθημερινά περίπου 500.000 ανθρώπους στο κέντρο της πόλης συνδέοντας εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία, τράπεζες, γραφεία, μουσεία, πανεπιστήμια, επτά σταθμούς μετρό, δυο σταθμούς τρένων, ένα τερματικό σταθμό λεωφορείων, καθώς επίσης και το στάδιο «Bell Centre» (Lavagno & Schranz, 2007).

<sup>9</sup> Για πιο αναλυτικά βλ. υποενότητα 2.3.2



Αφετηρία της δημιουργίας της εν λόγω υπόγειας πόλης αποτέλεσε η κατασκευή δύο σηράγγων το 1962, με σκοπό την σύνδεση του εμπορικού συγκροτήματος «Place Ville-Marie» και του σιδηροδρομικού σταθμού «Central Station», με την ουσιαστική ώθηση όμως να προέρχεται από την κατασκευή του υπόγειου σιδηρόδρομου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η υπόγεια πόλη δεν αναπτύχθηκε βάσει κάποιου σχεδίου, αφού στο πρώτο γενικό σχέδιο πόλεως του Μόντρεαλ (1992) δεν υπήρξε ανάλογη μέριμνα, αλλά μέσω της υιοθέτησης μιας σειράς κινήτρων για τους επενδυτές. Ωστόσο, στο νέο διευρυμένο γενικό σχέδιο της πόλης (2002) το υπόγειο δίκτυο πεζόδρομων αποτελεί μέρος της στρατηγικής για την προώθηση της κίνησης των πεζών έναντι των αυτοκινήτων. Η σταδιακή ανάπτυξη ενός υπόγειου δικτύου πεζόδρομων μεγάλης κλίμακας, το οποίο είναι προστατευμένο από τις καιρικές συνθήκες, προωθεί τη χρήση της δημόσιας συγκοινωνίας και αποτελεί πόλο έλξης εμπορικής δραστηριότητας και τουρισμού για το κέντρο της πόλης του Μόντρεαλ, ενώ συμπερασματικά δύσκολα μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι ακολουθώντας κάποιο αρχικό σχέδιο η ανάπτυξη της πόλης θα ήταν καλύτερη (Besner, 2007).

Εικόνα 46: Υπόγειος Πεζόδρομος στο κέντρο του Μόντρεαλ (Διαδίκτυο: Knodell, 2008)



Εικόνα 45: Άποψη από υπόγειο εμπορικό κέντρο στην πόλη του Μόντρεαλ (Διαδίκτυο: Montreal Underground, 2012)



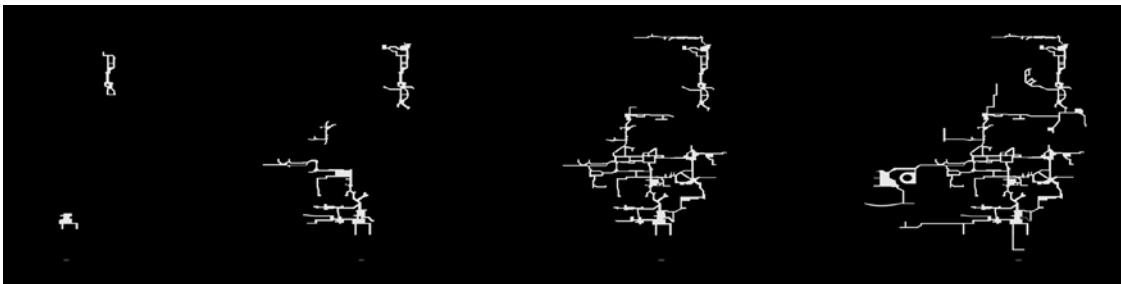
### 3.4.2 Η ΥΠΟΓΕΙΑ ΠΟΛΗ ΤΟΥ ΤΟΡΟΝΤΟ

Όπως στο Μόντρεαλ, έτσι και στο Τορόντο το υπόγειο δημιούργημα που λαμβάνει χώρα στην περιοχή, αποτελεί ένα τεράστιο αστικό περιβάλλον το οποίο δύναται να χαρακτηριστεί υπόγεια πόλη. Η προαναφερθείσα υπόγεια πόλη, είναι γνωστή και ως «Το μονοπάτι» (“The Path”) και αποτελείται από ένα εκτεταμένο δίκτυο πεζοδρόμων, η απόσταση των άκρων του οποίου είναι 3 χιλιόμετρα με τα πόδια, αλλά και από

περισσότερα από 500 στρέμματα εμπορικών χώρων όπου στεγάζονται 1.200 διαφορετικά εμπορικά καταστήματα και απασχολούνται περίπου 2.500 άτομα. Όπως σε μια μικρή πόλη, το υπόγειο δίκτυο συνδέει περίπου 50 κτήρια γραφείων, 6 μεγάλα ξενοδοχεία, 2 μεγάλα πολυκαταστήματα, 20 υπόγειους χώρους στάθμευσης αλλά και σημαντικούς τουριστικούς προορισμούς. Επιπλέον, για την καλύτερη εξυπηρέτηση των 100.000 ανθρώπων που φιλοξενούνται ημερησίως, η υπόγεια πόλη περιβάλλεται από 2 υπόγειες σιδηροδρομικές γραμμές, 6 σταθμούς, ένα τερματικό σταθμό περιφερειακής εμβέλειας και ένα τερματικό σταθμό λεωφορείων εθνικής εμβέλειας (Bèlanger, 2007).

Καταλυτικό παράγοντα για την ανάπτυξη του υπόγειου χώρου, καθώς και τα όρια (βορρά-νότου) του σημερινού υπόγειου δικτύου του Τορόντο, αποτέλεσαν οι σήραγγες που δημιουργήθηκαν τόσο για την σύνδεση των επιμέρους τμημάτων του πολυκαταστήματος “Eaton Centre” όσο και για την σύνδεση του σιδηροδρομικού σταθμού “Union Station” με το ξενοδοχείο “Royal York Hotel” το 1920. Η ανάπτυξη όμως της υπόγειας πόλης, ξεκίνησε την δεκαετία του 1970 με στόχο την προστασία από τις ακραίες καιρικές συνθήκες του Καναδά, την προστασία από την ατμοσφαιρική ρύπανση καθώς και για τον διαχωρισμό της κίνησης πεζών και αυτοκινήτων, και συνεχίστηκε την δεκαετία του 1980 επηρεασμένη από την οικονομική άνθιση στο κέντρο της πόλης, χωρίς ιδιαίτερες πολεοδομικές παρεμβάσεις. Ιδιαίτερη ώθηση στο όλο εγχείρημα έδωσε η νομοθετική ρύθμιση που εξαιρούσε την επιφάνεια του υπόγειου χώρου από τον υπολογισμό του συντελεστή δόμησης των νέων κτηρίων. Η πρόσφατη σύνδεση του υπόγειου δικτύου με πολλούς τουριστικούς προορισμούς και η δημιουργία πολλών επιφανειακών συνδέσεων, συνέβαλλαν στη διαμόρφωση ενός εκτεταμένου πολυεπίπεδου δικτύου κίνησης πεζών στο κέντρο του Τορόντο, το οποίο θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρόλο που η χωρική δομή του μοιάζει τυχαία, είναι απόλυτα λογική και ακολουθεί μια υπόγεια αλληλουχία αξόνων και κόμβων (Bèlanger, 2007).

Σχήμα 19: Διαχρονική εξέλιξη του υπόγειου δικτύου του Τορόντο κατά τα έτη 1917, 1971, 1993 και 2006 (Bèlanger, 2007)



### 3.4.3 SUBTROPOLIS – ΚΑΝΣΑΣ ΗΠΑ

Το Subtropolis αποτελεί το εντυπωσιακότερο αλλά και μεγαλύτερο υπόγειο επιχειρηματικό συγκρότημα του κόσμου. Σε απόσταση μόλις λίγων χιλιομέτρων από την κεντρική επιχειρηματική περιοχή του Κάνσας Σίτυ, κοντά στον ποταμό Μισούρι, αναπτύσσεται ένας τεράστιος υπόγειος χώρος κατάλληλος να φιλοξενήσει βιοτεχνικές και αποθηκευτικές χρήσεις σε βάθος 34 μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Το ανωτέρω συγκρότημα εκτείνεται σε ένα χώρο 400 στρεμμάτων, ενώ έχει δυναμική ανάπτυξης για περισσότερα από 4.400 στρέμματα επιπλέον (Διαδίκτυο: Hunt Midwest Enterprises, 2009).

Το εν λόγω έργο, ξεκίνησε το 1945 με την εκμετάλλευση ενός κοιτάσματος ασβεστολιθικού πετρώματος. Μετά την απομάκρυνση του υλικού εκσκαφής το λατομείο παρέμενε ως μη χρησιμοποιούμενος χώρος κι έτσι αποφασίστηκε η μετατροπή του σε αποθηκευτικό, λόγω κυρίως των σταθερών τιμών θερμοκρασίας και υγρασίας που παρουσίαζε. Σήμερα, το Subtropolis αποτελεί το μεγαλύτερο σχέδιο ανάπτυξης ακινήτων σε υπόγειο χώρο. Στο χώρο στεγάζονται πάνω από 50 εταιρείες και εργάζονται περίπου 1.300 άτομα, ενώ οι κύριες χρήσεις που φιλοξενούνται είναι αποθήκες, ψυγεία, χώροι στάθμευσης και γραφεία κατασκευαστικών εταιριών και επιχειρήσεων παροχής υπηρεσιών, όπως διαφημιστικές εταιρείες, ταχυδρομικές υπηρεσίες κλπ (Διαδίκτυο: Hunt Midwest Enterprises, 2009).

Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα ενδεικτικά στοιχεία του υπόγειου συγκροτήματος:

- 7 χλμ αυτοκινητόδρομοι (δύο λωρίδες, φωτισμένοι).
- 5 χλμ σιδηρόδρομου ο οποίος χρησιμοποιείται για μεταφορές.
- 1.500 θέσεις στάθμευσης.
- 11 σημεία προσβάσεων στους υπόγειους χώρους.
- 350 αποβάθρες φόρτωσης για φορτηγά αυτοκίνητα.



Εικόνα 48: Άποψη εσωτερικού χώρου Subtropolis (Διαδίκτυο: Hunt Midwest Enterprises, 2009)



Εικόνα 47: Τρισδιάστατη απεικόνιση των χώρων του Subtropolis (Διαδίκτυο: Subtropolis Project, 2010)



#### 3.4.4 ΥΠΟΓΕΙΟ ΒΕΡΟΛΙΝΟ

Η ιστορία του υπόγειου Βερολίνου είναι νεότερη σε σχέση με άλλες δυτικές πόλεις όπου αναπτύχθηκαν πολύ νωρίς υπόγειες χρήσεις, αλλά έχει να επιδείξει σημαντικά έργα, τα οποία κατασκευάστηκαν για να εξυπηρετήσουν συγκεκριμένες ανάγκες. Ένα από τα σημαντικότερα έργα είναι η κατασκευή της σήραγγας βορρά - νότου η οποία υλοποιήθηκε με σκοπό να αντεπεξέλθει το Βερολίνο στις μεταφορικές ανάγκες των Ολυμπιακών Αγώνων του 1936. Η κατασκευή της ξεκίνησε το 1934 και η νέα τότε κυβέρνηση μπόρεσε να χρησιμοποιήσει για το έργο σχέδια της δεκαετίας του '20, των οποίων η χρησιμότητα είχε ωριμάσει. Η λειτουργία της σήραγγας συνεχίστηκε έως το τέλος του Β' Παγκοσμίου πολέμου, όταν οι συμμαχικοί βομβαρδισμοί επικεντρώθηκαν στο Βερολίνο προκαλώντας σημαντικές ζημιές (Διαδίκτυο: Berliner Unterwelten E.V., 2012).

Σημαντικό ρόλο στην ιστορία της εν λόγω σήραγγας διαδραματίζει ο σταθμός Friedrichstrasse, ο οποίος κατά τη διάρκεια του ψυχρού πολέμου αποτελούσε δίοδο επικοινωνίας και διαφυγής για πολλούς Ανατολικογερμανούς έως ότου αποκλειστεί. Μετά την πτώση του Τείχους του Βερολίνου η λειτουργία της σήραγγας επανήλθε και μάλιστα αξιοποιήθηκε περαιτέρω (Διαδίκτυο: Berliner Unterwelten E.V., 2012). Στην προσπάθεια αναζωογόνησης της άλλοτε μοντέρνας εμπορικής περιοχής Friedrichstrasse κατασκευάστηκαν σε γειτονικά οικοδομικά τετράγωνα επί της οδού Friedrichstrasse τρία ανεξάρτητα συγκροτήματα, τα οποία συνδέθηκαν υπόγεια μέσω εμπορικών στοών (Σχήμα 20). Κάθε συγκρότημα διαθέτει 7 ορόφους και 4 υπόγεια επίπεδα και περιλαμβάνει εμπορικά καταστήματα, γραφεία, κατοικίες και χώρους στάθμευσης (Meijenfeldt, 2003).

Σχήμα 20: Κάτοψη των ισογείων (επάνω) & υπόγειων χώρων -4 (κάτω) στην οδό Friedrichstrasse (Meijenfeldt, 2003)



### 3.4.5 ΥΠΟΓΕΙΟ ΕΛΣΙΝΚΙ

Το Ελσίνκι, στου οποίου τα υπόγεια επιτεύγματα έχει γίνει αναφορά και σε προηγούμενα κεφάλαια, είναι αναμφίβολα μια από τις πιο πρωτοπόρες ευρωπαϊκές χώρες όσον αφορά στην ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων. Το γεγονός αυτό, εξηγείται αν αναλογιστεί κανείς ότι από την δεκαετία του 1960 υπήρχε ήδη εμπειρία στον τομέα, με παραπάνω από 400 εγκαταστάσεις και πάνω από 200 χιλιόμετρα τούνελ να έχουν δημιουργηθεί υπόγεια (Vähäaho, 2009).

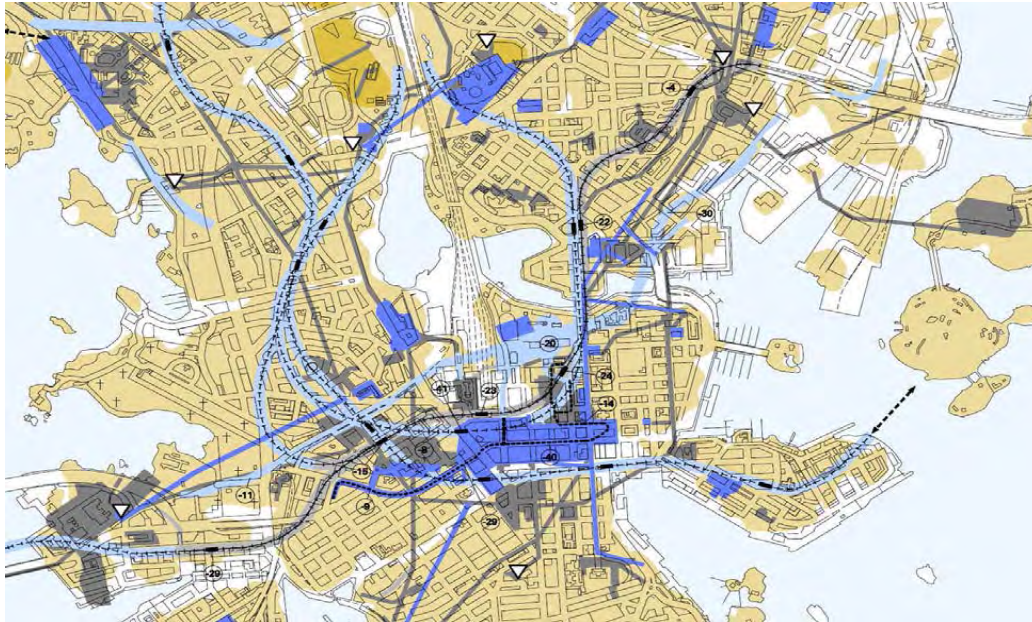
Οι βασικοί λόγοι που έδωσαν ώθηση σε αυτήν την υπόγεια επιλογή μπορούν να συνοψισθούν στους εξής:

- Προστασία από τις ακραίες καιρικές συνθήκες.
- Εκμετάλλευση της καταλληλότητας του εδάφους και γενικότερα των φυσικών πόρων (θάλασσα κτλ).
- Το 60% της γης στο Ελσίνκι ανήκει στην τοπική κυβέρνηση.
- Αποφυγή της επέκτασης της πόλης και των δραστηριοτήτων με απώτερο σκοπό την μείωση της αστικής διάχυσης.

Το ιδιαίτερο όμως γνώρισμα της Φινλανδίας, σε σχέση με τις υπόλοιπες χώρες, είναι ότι αποτελεί την πρώτη χώρα που ανέπτυξε ένα “Master Plan” για τον υπόγειο χώρο. Για την ορθολογικότερη κάλυψη των προαναφερθέντων παραγόντων, καθώς και υπό

την πίεση της ζήτησης για τον υπόγειο χώρο<sup>10</sup>, αποφασίστηκε η ανάπτυξη ενός σχεδίου με νομική υπόσταση, μέσα από το οποίο θα παρέχεται ένα πλαίσιο για τον έλεγχο των υπόγειων κατασκευών αλλά και θα εξασφαλίζονται οι κατάλληλες τοποθεσίες και η σωστή διαχείριση της ζήτησης. Η σημαντικότητα της σωστής διαχείρισης ενισχύεται από το γεγονός ότι δύσκολα αλλάζει χρήση μια υπόγεια εγκατάσταση (Vähäaho, 2009).

Χάρτης 7: Απεικόνιση του υπόγειου δικτύου στο κέντρο της πόλης του Ελσίνκι (Vähäaho, 2009)



#### 3.4.6 COOBER PEDY- ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ

Το τελευταίο παράδειγμα υπόγειας ανάπτυξης προέρχεται από την Αυστραλιανή ήπειρο και πιο συγκεκριμένα από την πόλη Coober Pedy<sup>11</sup>, περίπου 850 χλμ βόρεια της Αδελαΐδας, ή αλλιώς « η Oral πρωτεύουσα του κόσμου» λόγω του οπαλίου που κυριαρχεί στην περιοχή. Χρονικά, η ιστορία του χωριού ξεκινάει το 1915 αλλά μέχρι το 1950 δεν υπήρχαν πολλοί κάτοικοι. Καταλυτικό παράγοντα για την σταδιακή αύξηση του πληθυσμού της περιοχής, αποτέλεσε το έντονο ενδιαφέρον για το οπάλιο, το οποίο προσήλκυε πολλές οικογένειες ανά τον κόσμο για μια δουλειά στα ορυχεία κυρίως μετά τον Α Παγκόσμιο Πόλεμο (Καλπίδου, 2011).

<sup>10</sup> Υπάρχουν παραπάνω από 200 κρατήσεις μακροπρόθεσμα για υπόγειες κατασκευές (Vähäaho, 2009).

<sup>11</sup> Το όνομα Coober Pedy δόθηκε από τους αυτόχθονες της «Kura piti», και σημαίνει «τρύπα του λευκού ανθρώπου στη γη» (Διαδίκτυο: Coober Pedy, 2011)



Η υπόγεια ζωή, μπορεί να ειπωθεί ότι αποτελούσε μονόδρομο στην προσπάθεια για καλύτερες συνθήκες διαβίωσης, μιας και ο μέσος όρος θερμοκρασιών στην έρημο είναι 50-60 βαθμούς Κελσίου. Μάλιστα, με το πέρασμα των χρόνων, οι συνθήκες αυτές βελτιώθηκαν, με την κοινότητα σήμερα να αριθμεί περίπου 3.000 κατοίκους, ενώ παράλληλα διαθέτει διάφορες υπηρεσίες όπως σχολείο, αστυνομία, νοσοκομείο, κέντρα για την φροντίδα ηλικιωμένων και παιδιών καθώς και καθημερινά δρομολόγια λεωφορείου και αεροπλάνου (Διαδίκτυο: Καραμανίδου, 2009).

Η ιδιαιτερότητα της υπόγειας πόλης Coober Pedy σε συνδυασμό με την προβολή της σε ταινίες όπως το Pitch Black και το Opal Dream, έχουν προσελκύσει και αρκετούς τουρίστες, οι οποίοι φτάνουν τους 150.000 ετησίως. Προς εκμετάλλευση αυτής της τουριστικής δραστηριότητας, οι κάτοικοι, έχουν δημιουργήσει μια σειρά επιχειρήσεων όπως εστιατόρια, ξενοδοχεία, ένα μουσείο και μια βιβλιοθήκη, καταστήματα για την πώληση οπαλίων, αίθουσα διασκέδασης κτλ. Αξίζει να σημειωθεί ότι το μουσείο το οποίο ξεκίνησε πριν 30 χρόνια σαν οπαλορυχείο περιλαμβάνει ακόμα και κινηματογράφο για την προβολή διαφόρων ντοκιμαντέρ, έχει τιμηθεί με πολλά κρατικά βραβεία ενώ δέχεται συνολικά 80.000 επισκέπτες το χρόνο (Διαδίκτυο: Coober Pedy, 2011).

Εικόνα 50: Άποψη από το υπόγειο μουσείο οπαλίου στο Coober Pedy (Διαδίκτυο: Trip Advisor, 2011)



Εικόνα 49: Άποψη από υπόγεια ξενοδοχειακή εγκατάσταση στο Coober Pedy (Διαδίκτυο: Instant Fundas, 2008)

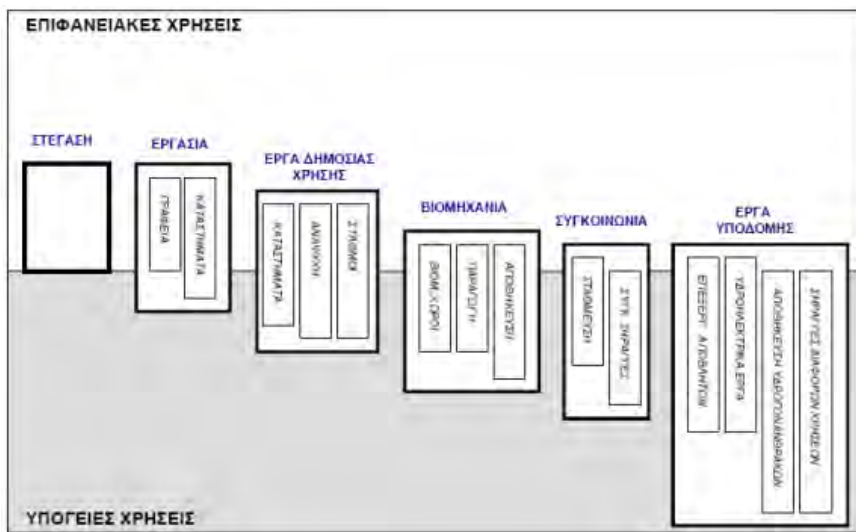


### 3.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο υπόγειος χώρος, ως αντικείμενο μελέτης, απασχολεί ολοένα και περισσότερο σήμερα την επιστημονική κοινότητα. Το γεγονός αυτό, οφείλεται στο αυξανόμενο ενδιαφέρον που παρουσιάζει η εναλλακτική λύση της υπόγειας αστικής ανάπτυξης, στο πλαίσιο της υιοθέτησης των αρχών αειφορίας και της αντιμετώπισης προβλημάτων όπως είναι η

έλλειψη επιφανειακών χώρων. Ήδη στα αστικά κέντρα, απαντάται ένα ευρύ φάσμα υπόγειων χρήσεων οι οποίες συναρτήσκει ορισμένων παραγόντων, όπως το είδος της χρήσης, ποιόν αφορούν κτλ, εμφανίζουν διακυμάνσεις καταλληλότητας ανάπτυξης στον αστικό υπόγειο χώρο (Σχήμα 21).

Αυτό που παρατηρείται είναι μια σταδιακή μετάβαση των χρήσεων σε μεγαλύτερα βάθη όσο η χρήση των δραστηριοτήτων αφορά λιγότερο στο ευρύ κοινό και οι εγκαταστάσεις γίνονται πιο πολύπλοκες ή αφορούν λειτουργίες ανεπιθύμητες στην επιφάνεια.



Σχήμα 21:  
Καταλληλότητα  
ανάπτυξης  
υπόγειων χρήσεων  
στον αστικό ιστό  
σε σχέση με το  
βάθος (Rönkä κ.ά.,  
1998)

Τα διεθνή παραδείγματα που δόθηκαν και αναλύθηκαν ανωτέρω, είναι μόνο λίγα επιλεγμένα από μια πληθώρα υπόγειων επιτευγμάτων ανά τον κόσμο, δείγμα της στροφής πολλών περιοχών σε υπόγειες πρακτικές. Τα βασικότερα αίτια που οδήγησαν σε μια υπόγεια επιλογή, όπως εξάγονται από την ανάλυση των παραδειγμάτων του κεφαλαίου καθώς και από όσα αναφέρονται γενικότερα στην εργασία, μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω:

- Έλλειψη αστικού χώρου.
- Προστασία από τις καιρικές συνθήκες.
- Αστική αναζωογόνηση-αναβάθμιση.
  - Περιορισμός της αστικής διάχυσης και του αστικού συνωστισμού.
  - Διαχωρισμός κίνησης πεζών-οχημάτων κτλ.

- ο Προστασία του περιβάλλοντος και εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του υπεδάφους.

Η αντιμετώπιση των προαναφερθέντων ζητημάτων λοιπόν, ήταν αυτή που ώθησε την αξιοποίηση του υπόγειου χώρου, δημιουργώντας εν τέλει αξιομνημόνευτες υπόγειες κατασκευές. Αξίζει να σημειωθεί, ότι ακόμα και οι υπόγειες πόλεις στο Μόντρεαλ και στο Τορόντο που θεωρούνται πρότυπα υπόγειας αστικοποίησης, δεν αναπτύχθηκαν βάσει κάποιου αρχικού σχεδίου το οποίο προέβλεπε κάτι ανάλογο, αλλά μέσω διαδοχικών έργων και κινήτρων. Η πρώτη χώρα που ανέπτυξε ένα σχέδιο, με νομική υπόσταση, αποκλειστικά για τον υπόγειο χώρο είναι η Φιλανδία. Το επονομαζόμενο “Underground Master Plan of Helsinki”, δύναται να αποτελέσει σταθμό για την γενικότερη αξιοποίηση του υπόγειου χώρου, καθώς η επιτυχία του εν λόγω σχεδίου σε βάθος χρόνου ίσως δώσει το εναρκτήριο λάκτισμα και σε άλλες χώρες για την δημιουργία κάτι αντίστοιχου, γεγονός που με την σειρά του θα αποτελέσει το πρώτο βήμα προς μια ορθολογική διαχείριση του υπεδάφους.

Τέλος, εκτός από τα πραγματοποιημένα παραδείγματα, εντυπωσιακές αναμένονται να είναι και οι υπόγειες πόλεις που έχουν σχεδιαστεί στο Άμστερνταμ, την Ιαπωνία και την Σιβηρία και έχουν περιγραφεί στο υποκεφάλαιο 2.3.2.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΠΟΓΕΙΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Με τον όρο «Αστικός Σχεδιασμός», εννοούνται όλα εκείνα τα μέσα και οι παράμετροι που χρησιμοποιεί ο εκάστοτε σχεδιαστής στην προσπάθειά του να διευθετήσει ζητήματα που αφορούν κυρίως στην οργάνωση και λειτουργία του αστικού ιστού. Ακόμα και στις μέρες μας όμως, ο αστικός σχεδιασμός λαμβάνει, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, υπόψη του την επιφανειακή και την καθ' ύψος ανάπτυξη, περιορίζοντας τη χρήση του υπόγειου χώρου για συγκοινωνιακά έργα, μεταφορικά δίκτυα και δίκτυα κοινής ωφέλειας. Επιπλέον, στις περισσότερες περιπτώσεις, η όποια ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων παρατηρείται δεν εντάσσεται στα πλαίσια του στρατηγικού ή πολεοδομικού σχεδιασμού αλλά γίνεται βάσει των αναγκών που προκύπτουν, χωρίς να υπάρχει πρόβλεψη των πιθανών μελλοντικών αναγκών.

Η απουσία σχεδιασμού για τον υπόγειο χώρο έχει προκαλέσει ήδη προβλήματα σε διάφορες πόλεις, όπως είναι ο συνωστισμός στο αβαθές τμήμα του Αστικού Υπόγειου Χώρου (ΑΥΧ) ο οποίος εμποδίζει μάλιστα την ανάπτυξη κατασκευών στα βαθύτερα στρώματα (Bobylen, 2009), με τις συνέπειες να αναμένονται ακόμα χειρότερες μιας και ο υπόγειος χώρος αποτελεί ένα μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο, καθώς με τη δημιουργία ενός υπόγειου ανοίγματος το υπέδαφος δε μπορεί να επανέλθει ποτέ ξανά στην αρχική του κατάσταση, ενώ η παρουσία του ανοίγματος αυτού μπορεί να επηρεάσει όλες τις υπόγειες, αλλά και επίγειες, μελλοντικές χρήσεις στην άμεση γειτονία του (ITA WGSP, 1991a).

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό, ότι η εισαγωγή της υπόγειας διάστασης στον σχεδιασμό αποτελεί επιτακτική ανάγκη, καθώς μέσω αυτής δημιουργούνται πολλαπλά πλεονεκτήματα ιδίως σε περιπτώσεις έλλειψης χώρου (Skayannis, 2010). Η αειφόρος εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του υπεδάφους σε συνδυασμό με την ανάγκη άμεσης διασύνδεσης υπόγειων και επιφανειακών δραστηριοτήτων, απαιτεί την ένταξη του αστικού υπόγειου χώρου σε ένα τρισδιάστατο χωρικό σχεδιασμό (Pargiaux κ.ά., 2007). Οι βασικότεροι ανασταλτικοί παράγοντες στην πορεία προς αυτήν την κατεύθυνση, είναι το νομοθετικό κενό σχετικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς, η ανάγκη αποτίμησης αξίας στον υπόγειο χώρο καθώς και η άγνοια των δυνατοτήτων και η προσκόλληση στα επιφανειακά έργα.

#### 4.1 Η ΝΕΑ ΔΙΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η σταδιακή στροφή προς μια νέα διάσταση σχεδιασμού, αυτή του υπόγειου άξονα -Z, προερχόμενη τόσο από οικονομικούς όσο και από χωρικούς παράγοντες, θέτει το ζήτημα της επανεξέτασης του σχεδιασμού έτσι ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα και ανάγκες (Σκάγιαννης, 2010). Ο εν λόγω επαναπροσδιορισμός του σχεδιασμού, είναι σημαντικός ακόμα και για χώρες στις οποίες δεν προγραμματίζεται κάποιο πρωτοφανές υπόγειο έργο στο εγγύς μέλλον, έτσι ώστε όταν προταθεί κάποιο τέτοιο εγχείρημα να υπάρχει το απαραίτητο νομοθετικό και σχεδιαστικό υπόβαθρο, γεγονός που θα συμβάλει στην αποφυγή επιπόλαιων αποφάσεων και ενεργειών (Σκάγιαννης, 2010). Επιπλέον, το προαναφερθέν νομοθετικό και σχεδιαστικό υπόβαθρο θα πρέπει να εντάσσεται με την σειρά του σε ένα γενικότερο θεσμικό πλαίσιο αλλά και σε έναν ευρύτερο διακρατικό σχεδιασμό (επιπέδου ΕΕ για παράδειγμα) για να επιτευχθούν έτσι όσο το δυνατόν θετικότερα αποτελέσματα μέσω των κοινών κατευθυντήριων γραμμών και της κοινής αντιμετώπισης ζητημάτων.

Για την βέλτιστη ένταξη του υπόγειου χώρου στον αστικό σχεδιασμό απαιτείται η σύνταξη ενός τρισδιάστατου γεωλογικού προσομοιώματος μέσω του οποίου θα προσδιορίζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί του υπεδάφους μιας πόλης, οι ιδιότητές του αλλά και όλες οι υφιστάμενες υπόγειες κατασκευές (Κορδελούλη, 2010). Έτσι θα γίνει γνωστή η δομή του υπεδάφους, δίνοντας τη δυνατότητα για μια ορθολογικότερη και πιο οργανωμένη εκμετάλλευσή του. Επιπλέον, μέσω της αναπαράστασης είναι δυνατός ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητάς του υπόγειου χώρου σε συνδυασμό με τις εκτιμώμενες ανάγκες που θα κλιθεί να καλύψει μελλοντικά (Bobylev, 2009). Με τον τρόπο αυτό μπορούν να συνταχθούν σχέδια χρήσεων που θα καθορίζουν τις υπόγειες χρήσεις του υπεδάφους, ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα συγκρούσεων αλλά και να εξοικονομείται χώρος μέσω της προώθησης συνδυασμένων χρήσεων. Συμπληρωματικά, κρίνεται απαραίτητη η θέσπιση κανόνων που θα προσδιορίζουν τους όρους της πολλαπλής χρήσης του αστικού υπεδάφους, καθορίζοντας δυνατές συνέργειες, εξαιρέσεις και περιορισμούς (Pargiaux κ.ά., 2007).

Συνοπτικά, μέσα από την εμπειρία πόλεων όπως είναι πολλές Σκανδιναβικές οι οποίες έχουν μακρά παράδοση στην ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων, γίνεται αντιληπτή η σημαντικότητα ανάπτυξης ενός Σχεδίου Διαχείρισης (Master Plan) του Αστικού Υπόγειου Χώρου (ΣΔΑΥΧ) της εκάστοτε περιοχής, ενώ παράλληλα μπορούν να

καταγραφούν και κάποια βασικά ζητήματα που θα πρέπει να περιλαμβάνονται στο ανωτέρω σχέδιο.

Αρχικά, είναι κομβικής σημασίας το ΣΔΑΥΧ να μην είναι αποκομμένο από τον γενικότερο σχεδιασμό, αντιθέτως μάλιστα είναι επιθυμητή η σύνδεση του με τον σχεδιασμό του επιφανειακού χώρου και περαιτέρω με τον σχεδιασμό και τις αποφάσεις μεγαλύτερης κλίμακας. Επιπλέον, μέσα στο σχέδιο θα πρέπει να ορίζονται και απεικονίζονται σε χάρτη οι καταλληλότερες για ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων περιοχές, βάσει γεωλογικών, ιδιοκτησιακών, κοινωνικών κ.ά. κριτηρίων ενώ σημαντική είναι και η εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης και των αναγκών ώστε να αποφευχθούν τυχόν προβλήματα. Επίσης, για να εξαιρεθούν οι πιθανότητες συγκρούσεων αλλά και για να ικανοποιηθούν οι ιδιαίτερες ανάγκες των εκάστοτε περιοχών, θα πρέπει να προβλέπεται προτεραιότητα χρήσεων καθώς και να αντιμετωπίζονται αυτές οι χρήσεις σε συνδυασμό με τις επιφανειακές και όχι αυτόνομα. Τέλος, απαραίτητη είναι η δημιουργία μιας δημόσιας βάσης δεδομένων των συνθηκών του υπεδάφους και η υλοποίηση μιας πολιτικής διατήρησης υπόγειων τμημάτων, τόσο εντός όσο και εκτός αστικού κέντρου, για μελλοντική χρήση (Bobylen, 2009).

#### 4.2 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΕΝΤΑΞΗΣ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΔΙΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

##### Ιδιοκτησιακό καθεστώς

Βασικότερος ανασταλτικός παράγοντας για την υιοθέτηση σχεδίων υπόγειας αστικής ανάπτυξης θεωρείται το νομοθετικό κενό σχετικά με το ιδιοκτησιακό καθεστώς και τη δυνατότητα χρήσης του υπόγειου χώρου. Το συγκεκριμένο πρόβλημα δεν απαντάται μόνο στον ελληνικό χώρο, όπου ισχύει ότι ο κύριος της επιφανειακής ιδιοκτησίας κατέχει μέχρι ένα ορισμένο βάθος και τον υπόγειο χώρο (με την έννοια του υπογείου), ενώ το κράτος έχει δυνατότητα να τον χρησιμοποιήσει για έργα εθνικής σημασίας / με κοινωφελή σκοπό χωρίς αποζημίωση, αλλά εντοπίζεται και σε πολλές άλλες χώρες του κόσμου.

Σύμφωνα με την ΔΕΣ, τέσσερις κατηγορίες ιδιοκτησίας εμφανίζονται στον υπόγειο χώρο (ITA WGSP, 1991b):

- Ο ιδιοκτήτης της επιφάνειας κατέχει μέχρι το κέντρο της γης.

- ο Ο ιδιοκτήτης της επιφάνειας κατέχει μέχρι εκεί όπου υπάρχει εύλογο ενδιαφέρον.
- ο Ο ιδιοκτήτης της επιφάνειας κατέχει μέχρι ένα περιορισμένο βάθος (το λιγότερο 6 m).
- ο Η ιδιωτική ιδιοκτησία είναι σχεδόν ανύπαρκτη, άρα και ο υπόγειος χώρος ανήκει στο κράτος.

Επιπλέον, η χρήση του υπόγειου χώρου καθορίζεται και από την σχετική με τις περιβαλλοντικές διασφαλίσεις, την εξορυκτική πολιτική και τη δημόσια ασφάλεια νομοθεσία (Bobylen, 2009).

Για την κάλυψη των προαναφερθέντων νομοθετικών ζητημάτων και την υπερπήδηση των παρελκόμενων εμποδίων, είναι επιτακτική η αναθεώρηση του νομοθετικού πλαισίου, ωθώντας με τον τρόπο αυτό στην σταδιακή δημιουργία ενός τρισδιάστατου «real-estate» μέσω της στρωματοποίησης της υπόγειας ιδιοκτησίας. Παράδειγμα χώρας που έπραξε κάτι ανάλογο αποτελεί η Ιαπωνία, η οποία το 2001 έθεσε σε εφαρμογή τον νόμο «Deep Underground Utilization Law» με σκοπό την επίλυση των προβλημάτων που προκαλούσε το ισχυρό δικαίωμα της ιδιωτικής ιδιοκτησίας. Ο εν λόγω νόμος, επικεντρώθηκε κυρίως στις μητροπολιτικές περιοχές (Τόκυο κτλ) και βασίστηκε στο σκεπτικό ότι οι εγκαταστάσεις που δημιουργούνται στο υπόστρωμα του εδάφους που έχει οριστεί ως «Deep Underground» (40 m ή και περισσότερα από την επιφάνεια), δεν επηρεάζουν την υφιστάμενη υπέργεια κατάσταση και επομένως δεν είναι απαραίτητη η συγκατάθεση-αποζημίωση των ιδιοκτητών της επιφανειακής γης (Nishioka κ.ά., 2007).

#### Αξία υπόγειου χώρου

Όπως τονίζεται από τους Sterling & Godard (2002: 2), ο υπόγειος χώρος είναι πρώτα από όλα «χώρος»:

*...το υπέδαφος είναι, πρώτα από όλα, χώρος, ο οποίος μπορεί να προσφέρει το περιβάλλον για την εγκατάσταση δραστηριοτήτων ή υποδομών, που είναι δύσκολο, αδύνατο, περιβαλλοντικά ανεπιθύμητο ή λιγότερο επικερδές να τοποθετηθούν στην επιφάνεια του εδάφους...*

Η αδυναμία αποτίμησης της αξίας του υπόγειου χώρου και των πλεονεκτημάτων αυτού σε χρηματικούς όρους, αποτελεί ένα πολύ βασικό ζήτημα καθώς συνεπάγεται

παράλληλα και αδυναμία σύγκρισης των υπόγειων λύσεων με τις αντίστοιχες επιφανειακές. Όπως είναι γνωστό, η αξία της επιφανειακής γης είναι υπολογίσιμη και πλαισιωμένη-τεκμηριωμένη από ποικίλες οικονομικές θεωρίες, γεγονός που δεν ισχύει για τον υπόγειο χώρο με αποτέλεσμα η τιμή του να θεωρείται μηδενική (Μαυρίκος, 2006). Άμεση συνέπεια της άνω διαπίστωσης είναι ότι η κατανάλωση του υπόγειου χώρου πραγματοποιείται χωρίς κάποιο σχεδιασμό και στην ουσία κατασπαταλάται, αφού εντείνονται φαινόμενα συμφόρησης κυρίως στο αβαθές τμήμα του<sup>12</sup>.

Βάσει όσων αναφέρθηκαν ανωτέρω, γίνεται ολοένα και περισσότερο φανερή η ανάγκη για εκτίμηση της αξίας του υπόγειου χώρου. Όπως αναφέρεται και από τους Riera & Pasqual (2005), η τιμή του υπόγειου χώρου αποτελεί και μια παράμετρο για την αξιολόγηση της αποδοτικής κατανομής των πόρων. Έτσι, η απόδοση τιμής στον υπόγειο χώρο θα συμβάλει τόσο στην ορθολογικότερη εκμετάλλευσή του όσο και στην ενσωμάτωση της υπόγειας ανάπτυξης στον αστικό σχεδιασμό.

#### Άγνοια των δυνατοτήτων και των πλεονεκτημάτων της υπόγειας ανάπτυξης

Η γενικότερη άγνοια αλλά και δυσπιστία<sup>13</sup> ως προς την προοπτική υπόγειας ανάπτυξης, είναι φαινόμενα που απαντώνται πολύ συχνά και είναι προϊόντα διαφόρων παραγόντων, οι σημαντικότεροι από τους οποίους θα αναφερθούν παρακάτω.

Οι έρευνες που πραγματοποιούνται γύρω από τον αστικό υπόγειο χώρο είναι κατά κύριο λόγο τοπικής κλίμακας (Pierrick, 2006), γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα οι πληροφορίες να είναι τοπικές, με την αλλαγή κλίμακας να μην είναι εύκολη υπόθεση καθώς απαιτεί συλλογή δεδομένων τα οποία, αν υπάρχουν, συχνά είναι κατακερματισμένα μεταξύ διαφόρων δημόσιων και ιδιωτικών υπηρεσιών. Επιπλέον, δεν υπάρχει επαρκής συνεργασία μεταξύ των ειδικών του υπεδάφους (γεωλόγων, μηχανικών κτλ) (Pierrick, 2006), κάτι που οδηγεί με την σειρά του στην απουσία

---

<sup>12</sup> Το φαινόμενο αυτό, της αυξημένης πυκνότητας των δικτύων στο αβαθές τμήμα του υπεδάφους τα οποία μάλιστα, λόγω της απουσίας σχεδιασμού κατά την τοποθέτησή τους, έχουν περιπλακεί, είναι γνωστό με τον όρο «the spaghetti subsurface problem» (Oude,1992).

<sup>13</sup> Στον ελληνικό χώρο, όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, τα προβλήματα άγνοιας και δυσπιστίας για τις υπόγειες λύσεις παρατηρούνται σε έντονο βαθμό, με επιχειρήσεις να αρνούνται-φοβούνται να υιοθετήσουν κάποιες υπόγειες επιλογές ακόμα και όταν οι αντίστοιχες τους στο εξωτερικό το έχουν πράξει με απόλυτη επιτυχία.

ανταλλαγής πληροφοριών και περαιτέρω στην προώθηση προτάσεων χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι πιθανές αλληλεπιδράσεις των διαφόρων χρήσεων. Τέλος, η αδυναμία πρόσβασης, ερμηνείας κτλ πληροφοριών σχετικών με τον υπόγειο χώρο από τα άτομα που ευθύνονται για την λήψη των αποφάσεων, ωθεί στην συντηρητική επιλογή επιφανειακών λύσεων υποτιμώντας έτσι τις δυνατότητες της υπόγειας ανάπτυξης.

Όσον αφορά τώρα στην αποτίμηση των πλεονεκτημάτων των υπόγειων λύσεων, έχει παρατηρηθεί ότι το υψηλότερο κόστος κατασκευής τους έναντι των αντίστοιχων επίγειων αποτελεί τροχοπέδη για την υιοθέτησή τους, χωρίς όμως να συνυπολογίζεται το κόστος συντήρησης και λειτουργίας των δύο εναλλακτικών. Επιπροσθέτως, η δυσκολία μετάφρασης διαφόρων οφελών, όπως είναι η προστασία του περιβάλλοντος, σε χρηματικούς όρους είναι μια ακόμη παράμετρος η εξάλειψη της οποίας, σε συνδυασμό με την ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική ευαισθησία, θα συνέβαλε δραστικά στην θετικότερη άποψη και σκέψη για υιοθέτηση υπόγειων πρακτικών. Για τον λόγο αυτό, δημιουργήθηκε και αναπτύσσεται ο κλάδος της «Περιβαλλοντικής Οικονομίας», η οποία στηρίζεται στην υπόθεση ότι όλες οι λειτουργίες που παρέχονται από το φυσικό περιβάλλον (αγαθά και υπηρεσίες) έχουν μια οικονομική αξία, η οποία θα ήταν φανερή αν οι λειτουργίες αυτές ήταν ενταγμένες σε μια πραγματική αγορά (Μαυρίκος, 2006).

#### 4.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ιδέα της αξιοποίησης του υπόγειου χώρου, ωριμάζει ολοένα και περισσότερο στις μέρες μας καθώς η εμπειρία έχει αποδείξει ότι η υπόγεια αστική ανάπτυξη συμβάλει θετικά στην αντιμετώπιση των προβλημάτων των αστικών κέντρων και εν τέλει στην επίτευξη της βιωσιμότητας<sup>14</sup>. Όμως, για την αποδοτικότερη επίλυση των διαφόρων προβλημάτων αλλά και για την ορθολογικότερη εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου ο οποίος αποτελεί μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο, απαιτείται η ένταξη του ΑΥΧ σε ένα χωρικό σχεδιασμό που θα λαμβάνει υπόψη του και τον υπόγειο άξονα –Z έτσι ώστε να επιτευχθεί η ορθή ανάπτυξή του και η σύνδεση με όλα τα επίπεδα σχεδιασμού. Με άλλα λόγια, απαιτείται η δημιουργία ενός ΣΔΑΥΧ μέσα από το οποίο θα προβλέπονται

<sup>14</sup> Η έννοια της βιωσιμότητας (βιώσιμης ανάπτυξης), προτάθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη και ορίζεται ως «...η ικανοποίηση των αναγκών του σήμερα χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες...».



κανόνες, περιορισμοί αλλά και οι απαραίτητες ενέργειες για να αποφευχθούν η αλόγιστη χρησιμοποίηση του υπεδάφους, οι συγκρούσεις χρήσεων καθώς και να καλυφθούν οι μελλοντικές ανάγκες, διότι η μη ύπαρξη του προαναφερθέντος σχεδίου θα έχει ως συνέπεια την κλωνοποίηση στον υπόγειο χώρο της χαοτικής πολλές φορές υπέργεια κατάστασης, αναπαράγοντας έτσι τα προβλήματα τα οποία κλήθηκε να λύσει.

Φυσικά, για να πραγματοποιηθούν τα όσα αναφέρθηκαν, κομβικής σημασίας είναι η επίλυση διαφόρων ζητημάτων που μέχρι σήμερα αποτελούν την αχίλλειο πτέρνα της υπόγεια προοπτικής, όπως είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς του υπόγειου χώρου, η απόδοση τιμής σε αυτόν, η γενικότερη άγνοια που επικρατεί για τέτοιου είδους λύσεις καθώς και η έκφραση των πλεονεκτημάτων του σε χρηματικούς όρους, ώστε να επιτευχθεί μια πιο δίκαιη σύγκριση με τα αντίστοιχα επιφανειακά. Δύο διεθνείς οργανισμοί που συμβάλλουν κατά το δυνατόν περισσότερο στην προσπάθεια άρσης των ανωτέρω προβλημάτων είναι οι ITA και ACUUS.

## 5. Η ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

Ο 20ος αιώνας χαρακτηρίστηκε από τη μετάβαση της βιομηχανικής κοινωνίας στην κοινωνία της γνώσης και συνοδεύτηκε, ως αναφέρθηκε ανωτέρω, από μεγάλη αστικοποίηση του πληθυσμού παγκοσμίως. Η δημιουργία μεγαλουπόλεων και μητροπόλεων οδήγησε στην όξυνση των κοινωνικών και οικονομικών ανισοτήτων του αστικού πληθυσμού, με την παράλληλη περιβαλλοντική υποβάθμιση του αστικού χώρου.

Η μετάβαση στον 21ο αιώνα συνδέεται με την υιοθέτηση των αρχών της αειφορίας, το ενδιαφέρον για την προστασία του περιβάλλοντος και την βελτίωση της ποιότητας ζωής. Στο πλαίσιο αυτό ένα από τα κοινά προβλήματα όλων των σύγχρονων αστικών κέντρων είναι η έλλειψη χώρου για την ανάπτυξη μητροπολιτικών λειτουργιών και την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των κατοίκων μέσω της βελτίωσης του αστικού περιβάλλοντος.

Αξιοποιώντας την εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας, ο σχεδιασμός στρέφεται στην υιοθέτηση νέων εναλλακτικών λύσεων για την ανάπτυξη των δραστηριοτήτων, μια εκ των οποίων είναι η υπόγεια αστική ανάπτυξη. Η χρήση του υπόγειου χώρου θεωρείται μια δελεαστική επιλογή για την επίλυση ζητημάτων έλλειψης χώρου σε αστικές περιοχές. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί, πως η υιοθέτηση της υπόγειας αστικής ανάπτυξης δεν αποτελεί «πανάκεια» για την αντιμετώπιση των προβλημάτων, καθώς το έδαφος είναι φυσικός και μη ανανεώσιμος πόρος, με τις παρεμβάσεις να είναι μη αναστρέψιμες.

### 5.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Στην υποενότητα αυτή, όπως υποδηλώνεται και από τον τίτλο, συγκεντρώνονται και αναφέρονται τα βασικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της υιοθέτησης της υπόγειας λύσης, με απώτερο σκοπό την εξαγωγή πιο ολοκληρωμένων συμπερασμάτων για το αν τελικά είναι συμφέρουσα ή όχι.

Οι κυριότεροι παράγοντες που ωθούν προς την πλευρά της υπόγειας ανάπτυξης είναι, ότι ο υπόγειος χώρος:

- ο Είναι διαθέσιμος σχεδόν παντού και έχει τη δυνατότητα να φιλοξενήσει δραστηριότητες και λειτουργίες που είναι δύσκολο ή αδύνατο να

εγκατασταθούν επιφανειακά, καθώς η τοποθέτηση τους είναι είτε μη αποδεκτή είτε μη επιθυμητή. Ταυτόχρονα, προσφέρει φυσική προστασία: μηχανική, θερμική, ακουστική και υδραυλική, που ισχύει τόσο σε σχέση με την επιφάνεια όσο και μέσα σε αυτόν (Godard & Sterling, 1995· Parker, 2004).

- Παρέχει φυσική απομόνωση των εγκαταστάσεων, προστατεύοντας το περιβάλλον και τους κατοίκους από κινδύνους ρύπανσης. Ο υπόγειος χώρος είναι αδιαφανής, λόγω της σύστασης του εδάφους. Έτσι οι εγκαταστάσεις είναι ορατές μονάχα στα σημεία εισόδου – εξόδου, μειώνοντας την οπτική ρύπανση (Godard, 2004).
- Παρέχει τη δυνατότητα για μειωμένο λειτουργικό κόστος. Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών σε θερμοκρασία και υγρασία στο υπέδαφος, το λειτουργικό κόστος μιας επιχείρησης, ειδικότερα αποθηκευτικών χώρων περιορίζεται σε ποσοστό 30%-70% (Καλιαμπάκος, 2003).
- Αποτελεί εναλλακτική λύση για την κατασκευή συγκοινωνιακών, υδρευτικών κλπ έργων σε αστικές και εξωαστικές περιοχές όπου υπάρχουν γεωλογικοί ή κλιματολογικοί περιορισμοί για την ανάπτυξη τους (ανάγλυφο, παγετοί κλπ). Ταυτόχρονα, η επιλογή της υπόγειας ανάπτυξης δεν διαταράσσει το φυσικό περιβάλλον και το τοπίο.
- Η ανάπτυξή του συντελεί στη βελτίωση του υπέργειου. Η μετεγκατάσταση λειτουργιών από την επιφάνεια του εδάφους στο υπέδαφος έχει ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση μεγάλων εκτάσεων που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως χώροι πρασίνου, για την γενικότερη εγκατάσταση δημόσιων χώρων και λειτουργιών ή την αποσυμφόρηση πυκνοδομημένων περιοχών (Skayannis, 2010· Κορδελούλη, 2010).

Όμως, κάθε ανθρώπινη παρέμβαση έχει κάποιο οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Για την επιλογή της υπόγειας ανάπτυξης ως λύση, θα πρέπει να εξεταστούν ορισμένα ζητήματα που ανακύπτουν ώστε να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητά της. Τα κυριότερα προβλήματα της υπόγειας ανάπτυξης, μερικά από τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα σε επόμενες ενότητες, και που ουσιαστικά αποτελούν τα κύρια μειονεκτήματά της, είναι:

- ✘ Αυξημένο κατασκευαστικό κόστος. Το κόστος κατασκευής ενός υπόγειου χώρου είναι συνήθως 30%-70% μεγαλύτερο από την θεμελίωση και κατασκευή του υπέργεια, ενώ παράλληλα υπάρχει και μεγαλύτερη αβεβαιότητα για την επιθυμητή απόδοση της επένδυσης (Καλιαμπάκος & Μπενάρδος, 2010).
- ✘ Το έδαφος είναι φυσικός και μη ανανεώσιμος πόρος, με τις παρεμβάσεις να είναι μη αναστρέψιμες. Το ζήτημα αυτό είναι ιδιαίζουσας σημασίας καθώς επηρεάζει άμεσα και τις υπόγειες και τις επιφανειακές δραστηριότητες. Αν για παράδειγμα κατασκευαστούν χωρίς σχεδιασμό υπόγειοι χώροι, ενδέχεται να υπάρξουν προβλήματα στατικότητας σε νέα κτήρια, αδυναμίας επέκτασης του υπόγειου χώρου σε μεγαλύτερο βάθος κτλ.
- ✘ Μη θεσμοθετημένο και ασαφές ιδιοκτησιακό καθεστώς. Με εξαίρεση χώρες όπως ο Καναδάς, η Ολλανδία και οι Σκανδιναβικές χώρες, στην πλειονότητα των περιπτώσεων το ιδιοκτησιακό καθεστώς του υπόγειου χώρου δεν προσδιορίζεται με σαφήνεια από τον νομοθέτη.
- ✘ Οι φοβίες και αμφιβολίες που δημιουργούνται για τον υπόγειο χώρο από την ανθρώπινη ψυχολογία και προκατάληψη (Godard, 2004· Xueyuan & Yu, 1988).
- ✘ Άγνοια της εναλλακτικής λύσης της υπόγειας ανάπτυξης. Η άγνοια, συνδέεται άμεσα με τα προαναφερθέντα ζητήματα τα οποία μάλιστα παλαιότερα θα οδηγούσαν στο αποκλεισμό της υπόγειας ανάπτυξης, με τα σημερινά δεδομένα όμως είναι αντιμετωπίσιμα. Ωστόσο μέχρι και σήμερα οι υπεύθυνοι αγνοούν την υπόγεια διάσταση του χώρου, εμποδίζοντας το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του (Skayannis, 2010· Παπαδόπουλος, 2007· Pierrick, 2006).

Κλείνοντας την υποενότητα, κρίθηκε σκόπιμο να τονισθεί ότι, όπως αναφέρεται και σε μια εργασία της Διεθνούς Ένωσης Σηράγγων (ΔΕΣ) (ITA-WG4, 2000), η χρησιμοποίηση του υπόγειου χώρου δεν είναι αυτοσκοπός αλλά περισσότερο μια ρεαλιστική λύση σε περιπτώσεις όπου, δεν υπάρχει διαθέσιμος επιφανειακός χώρος, η προστασία του περιβάλλοντος είναι κομβικό ζήτημα, μπορεί να γίνει εξοικονόμηση δαπανών και τέλος για στρατηγικούς και ανθρωπιστικούς λόγους (πχ αποθέματα νερού κτλ).

## 5.2 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ

Όπως προαναφέρθηκε, τα προβλήματα της μετεγκατάστασης δραστηριοτήτων στο υπέδαφος, δεν είναι αυστηρά τεχνολογικά ή κατασκευαστικά ή οικονομικά, αλλά σχετίζονται και με τον βαθμό κοινωνικής αποδοχής του εγχειρήματος και με την προσωπική αντίληψη του καθενός για τον υπόγειο χώρο.

Παρόλης όμως της σημαντικότητας του ζητήματος της αποδοχής αλλά και της επίδρασης του υπόγειου χώρου στον άνθρωπο, δεν έχει αποδοθεί σε αυτόν η πρέπουσα σημασία. Όπως παρατηρούν και οι Jansson & Winqvist (1977: 165),

*...δεν έχει υπάρξει σχεδόν καμία έρευνα που να στοχεύει απευθείας στην αποτύπωση των συνεπειών για τον άνθρωπο του να δουλεύει και να περνάει χρόνο υπόγεια... μπορεί να ειπωθεί ότι η φυσιολογική επίδραση στο ανθρώπινο οργανισμό, του χρόνου που περνάει υπόγεια, έχει διερευνηθεί σε πολύ ελλιπή βαθμό...*

Η σκέψη της υπόγειας πραγματοποίησης δραστηριοτήτων, είναι πιθανό αρχικά να δημιουργήσει συναισθήματα θαυμασμού και να εξάψει την περιέργεια για την γνωριμία με κάτι καινούργιο, από την άλλη όμως, ανάλογα και με τις αντιλήψεις και τις φοβίες του καθενός, τα συναισθήματα αυτά συχνά αντικαθιστώνται από τον φόβο για τον σκοτεινό και επικίνδυνο υπόγειο χώρο.

Παρακάτω, παρατίθενται και αναλύονται οι βασικότεροι παράγοντες που έχουν συμβάλει στην δημιουργία αυτής της αρνητικής (αρχικά) αντίληψης ως προς τον υπόγειο χώρο και αναφέρονται οι πιθανές επιπτώσεις στην φυσιολογία των ατόμων που παραμένουν για μεγάλο χρονικό διάστημα στο υπέδαφος.

Η έλλειψη φυσικού φωτισμού καθώς και οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον, σε συνδυασμό με την ανάγκη του ανθρώπου για επικοινωνία με τον έξω κόσμο και τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εκεί, δημιουργεί ένα αίσθημα απομόνωσης γεγονός που με την σειρά του οδηγεί στην πλήξη και την ανησυχία (Samwel, 2003). Επιπλέον, η τοποθεσία στο εσωτερικό της γης, προκαλεί σχεδόν πάντα αισθήματα κλειστοφοβίας και ανασφάλειας, τα οποία είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με το φόβο κατάρρευσης της υπόγειας κατασκευής, το φόβο εγκλωβισμού σε περίπτωση πυρκαγιάς, αλλά και το φόβο πλημμύρας (Carmody & Sterling, 1987). Επίσης, η συνειδητή ή υποσυνείδητη συσχέτιση της ποιότητας του αέρα με την παρουσία

παραθύρων, έχει ως αποτέλεσμα το σύστημα εξαερισμού των υπόγειων χώρων να θεωρείται συχνά μη αποτελεσματικό, ακόμα και όταν είναι αξιόπιστο (Samwel, 2003).

Από πολύ παλιά, ο υπόγειος χώρος ήταν συνυφασμένος με την έννοια του «κακού», καθώς αποτελούσε για πολλούς λαούς χώρο ταφής των νεκρών, γεγονός που με την σειρά του συνέβαλε στην δημιουργία ορισμένων μύθων και θρύλων γύρω από αυτόν (Skayannis, 2010). Οι μύθοι αυτοί, όπως είναι η ύπαρξη του Άδη, θεού του «κάτω κόσμου» όπου μεταφέρονταν οι ψυχές μετά θάνατο, σε συνδυασμό με την εγγενή γοητεία του υπόγειου χώρου στον άνθρωπο, ώθησαν την δημιουργία πολλών λογοτεχνικών και κινηματογραφικών (αργότερα) έργων, με κλασσικό παράδειγμα το *Metropolis* του Fritz Lang το 1927 (Skayannis, 2010). Άλλοι γνωστοί θρύλοι, οι οποίοι γεννήθηκαν μέσα από κελιά και τάφους, είναι αυτοί του Frankenstein, ενός τέρατος που δημιουργήθηκε μέσα σε ένα κελί, και του Dracula, ενός αιμοδιψούς ανθρωπόμορφου πλάσματος το οποίο την διάρκεια της μέρας κοιμότανε μέσα σε ένα φέρετρο σε μία κρύπτη. Να σημειωθεί ότι, η αντιμετώπιση του υπεδάφους από πολλούς σκηνοθέτες ως σύμβολο τρόμου ή εγκληματικότητας και η έκφρασή της σε διάφορες ταινίες, έχουν επηρεάσει σημαντικά την αντίληψη και την ψυχολογία του ευρέος κοινού.

Εκτός όμως από το ψυχολογικό ζήτημα, υπάρχει και αυτό της φυσιολογίας. Η ανθρώπινη φυσιολογία, επηρεάζεται άμεσα από το περιβάλλον του υπόγειου χώρου, αλλά και έμμεσα ως συνέπεια της ανθρώπινης ψυχολογίας. Μερικές από τις πιθανές επιπτώσεις της παραμονής για μεγάλο χρονικό διάστημα σε υπόγειους χώρους είναι: (Roulios, 2009)

- Προβλήματα με το βιολογικό ρολόι και αποδιοργάνωσης.
- Κόπωση των ματιών ή και γενική κόπωση.
- Πονοκέφαλοι, αϋπνίες κτλ
- Επιδείνωση ασθενειών όπως οι ρευματισμοί λόγω των υψηλών επιπέδων υγρασίας (Carmody & Sterling, 1987).

Κλείνοντας, αξιοσημείωτο κρίθηκε ότι πολλοί από τους παράγοντες που συνδέονται με την εμφάνιση αρνητικών επιπτώσεων στην ψυχολογία και τη φυσιολογία του ανθρώπου κατά την παραμονή του σε υπόγειους χώρους, συναντώνται επίσης στους κλειστούς, χωρίς παράθυρα, επιφανειακούς χώρους (Carmody & Sterling, 1987), ενώ δύναται να



ειπωθεί ότι οι αρνητικές ψυχολογικές και φυσιολογικές συνέπειες στον άνθρωπο, είναι ευθέως ανάλογες της διάρκειας παραμονής του μέσα σε ένα τέτοιο κλειστό χώρο.

### 5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως γίνεται κατανοητό, η προοπτική μιας υπόγειας εναλλακτικής λύσης δεν αποτελεί πανάκεια, καθώς εκτός από τα όσα προτερήματα παρουσιάζει, εμφανίζει, όπως είναι λογικό, και ορισμένα μειονεκτήματα τα οποία χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής. Ένα ιδιαιτέρως σημαντικό ζήτημα, είναι η επίδραση των υπόγειων χώρων στην ψυχολογία και φυσιολογία των ατόμων. Η σημαντικότητά του γίνεται καλύτερα αντιληπτή αν σκεφτεί κανείς ότι η επιτυχία ενός υπόγειου (όπως και επιφανειακού) εγχειρήματος εξαρτάται από τον βαθμό αποδοχής του από τους χρήστες. Η διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ψυχολογία και τη φυσιολογία του ανθρώπου κατά την παραμονή του σε υπόγειους χώρους, όπως είναι για παράδειγμα η διάρκεια, οδήγησε στην διαμόρφωση διάφορων σχεδιαστικών αρχών για την κάλυψη των απαιτήσεων για φυσικό φωτισμό-αερισμό, για επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον κτλ, προκειμένου να αποφευχθεί η εμφάνιση ενδεχόμενων αρνητικών επιπτώσεων στον άνθρωπο, κάτι που θα οδηγούσε τελικά στην αναποτελεσματικότητα της υπόγειας υποδομής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΥΠΟΓΕΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΛΛΑΔΑ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν παραδείγματα υπόγειας ανάπτυξης από διάφορες περιοχές ανά τον κόσμο. Σε πολλές από αυτές τις περιπτώσεις παρατηρήθηκε πως η ιδέα της υπόγειας ανάπτυξης είναι αρκετά ώριμη και για τον λόγο αυτό έχουν γίνει και σημαντικά βήματα προς την κατεύθυνση αυτή σε όλα τα επίπεδα (κατασκευαστικό κτλ).

Στην Ελλάδα, και χάρη σε μια σειρά από παράγοντες οι οποίοι θα αναφερθούν παρακάτω, τα υπόγεια έργα αναπτύχθηκαν με πολύ αργούς ρυθμούς σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη. Πάντως, τα τελευταία 10-15 χρόνια μια αξιοσημείωτη ανάπτυξη υπογείων έργων ωθούμενη και από την «Ελληνική Επιτροπή Σηράγγων και Υπόγειων Έργων» (ΕΕΣΥΕ), η οποία ιδρύθηκε το 1995 και αποτελεί μέλος της ΙΤΑ (ΕΕΣΥΕ, 2006). Βέβαια, τα έργα αυτά αφορούν κυρίως δίκτυα και μεταφορικές υποδομές και για να υπάρξει εκτενέστερη και παράλληλα ορθολογική ανάπτυξη θα πρέπει αρχικά να εξετασθεί το ζήτημα σε ένα πιο πρώιμο στάδιο από αυτό των κατασκευαστικών προϋποθέσεων.

### 6.1 ΤΟ ΑΣΤΙΚΟ ΤΟΠΙΟ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΟΛΕΩΝ

Στις ελληνικές πόλεις, η επιρροή ορισμένων σημαντικών ιδιαιτεροτήτων στο αστικό τοπίο, οδήγησε στην δημιουργία ενός τοπίου που κατά κανόνα αποκλίνει από το αντίστοιχο των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών. Όπως παρατηρούν και οι Πετράκος & Μαρδάκης (1999), τα μεγάλα αστικά κέντρα στην Ελλάδα παρουσιάζουν έντονες συγκεντρωτικές τάσεις, με το 50% του αστικού πληθυσμού να κατοικεί στην Αθήνα, ενώ κάποιες τάσεις για ανάπτυξη των μικρών πόλεων παρατηρήθηκαν μόνο την περίοδο 1981-1991 και αφορούσαν κυρίως πόλεις-δορυφόρους της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης.

Το φαινόμενο της έντονης αστικοποίησης στην Ελλάδα, αναπτύχθηκε κατά βάση την περίοδο 1950-1980 όπου και δημιουργήθηκε το μεγαλύτερο τμήμα του σημερινού αστικού ιστού. Το ελληνικό αστικό τοπίο, το οποίο μπορεί να αντιπροσωπευθεί από την Αθήνα<sup>15</sup>, σχηματίστηκε κάτω από μια σειρά κοινωνικών και οικονομικών δυσχερειών

<sup>15</sup> Το πόρισμα αυτό δικαιολογείται αν σκεφτεί κανείς ότι στην Αθήνα, λόγω των πολλών επιμέρους περιοχών, συναντώνται όλες σχεδόν οι διεργασίες που αφορούν στην πλειονότητα των ελληνικών πόλεων καθώς και τα τυπικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ελληνικού αστικού ιστού.

αλλά και μέσα από ένα ανεπαρκές σύστημα σχεδιασμού και ελέγχου της δόμησης. Παράλληλα, κομβικό ρόλο έπαιξαν η ιδιότυπη γαιοπρόσδοδος και οι διαδικασίες κατασκευής, παράγοντες οι οποίοι επέδρασαν στον αστικό χώρο εντείνοντας το αίσθημα στενότητας και την έλλειψη δημόσιου χώρου (Ιωάννου & Σερράος, 2006).

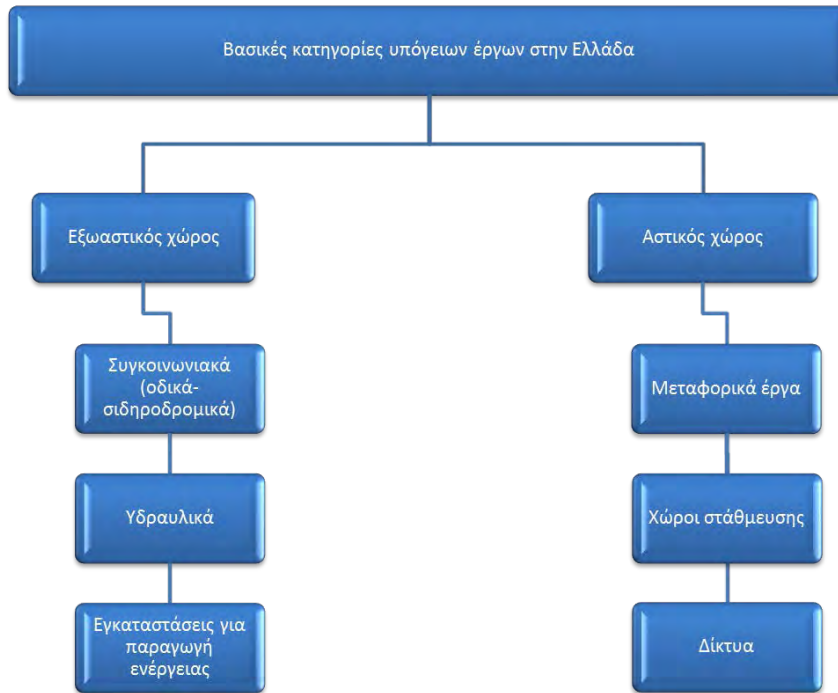
Η έλλειψη επαρκούς ελεύθερου-αδόμητου χώρου καθώς και η χαμηλή αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο αλλά και η στενότητα των όποιων αδόμητων χώρων, αποτελούν χαρακτηριστικά στοιχεία τόσο της Αθήνας όσο και γενικότερα της «ελληνικής πόλης» και είναι οι παράμετροι εκείνες που υποβαθμίζουν την ποιότητα ζωής και δημιουργούν ένα αισθητικά και λειτουργικά προβληματικό χώρο. Να σημειωθεί ότι σημαντικό μερίδιο στην υποβάθμιση της εικόνας των πόλεων, κατέχει η διαδικασία της αντιπαροχής η οποία αποτέλεσε τον βασικό μηχανισμό δόμησης εκτοπίζοντας κάθε αρχιτεκτονική και διαμορφώνοντας πυκνοδομημένες και με υψηλά κτίρια περιοχές, οι οποίες μετέβαλαν τον πολεοδομικό ιστό και τελικά παραμόρφωσαν την οργανική πόλη και εξαφάνισαν τις γειτονιές (Χριστοφιλόπουλος, 1990).

Όπως έλεγε και η «Χάρτα των Αθηνών», *η πολεοδομία είναι επιστήμη των τριών διαστάσεων... μόνο αν αξιοποιήσει το ύψος θα κερδίσει τους ελεύθερους χώρους που της χρειάζονται*. Γίνεται αντιληπτό, ότι μια τρισδιάστατη ανάπτυξη, όχι μόνο υπέργεια αλλά και υπόγεια, δύναται να εξοικονομήσει επιφανειακό χώρο, να επιφέρει επαναπροσέγγιση των χρήσεων και γενικότερα να κάνει την πόλη πιο ανθρώπινη, προκαλώντας μια ποσοτικά μεγαλύτερη και ποιοτικά καλύτερη οπτική του αστικού τοπίου.

## 6.2 ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ

Στην Ελλάδα, όπως προαναφέρθηκε, η ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων δεν είναι τόσο διαδεδομένη, με εξαίρεση ορισμένους τομείς στους οποίους και έχουν υλοποιηθεί τα πιο σημαντικά υπόγεια έργα.

Γράφημα 3: Οι κύριες κατηγορίες υπόγειων έργων του εξωαστικού και αστικού χώρου στην Ελλάδα



Στο σημείο αυτό, και με αφορμή το Γράφημα 3, θα πραγματοποιηθεί μια μικρή αναφορά στις υπόγειες δραστηριότητες του ύπαιθρου και αστικού χώρου στην Ελλάδα παραθέτοντας παράλληλα και τα πιο αξιόλογα επιτεύγματα.

Τα περισσότερα υπόγεια έργα στην Ελλάδα, είτε είναι υλοποιημένα είτε υπό κατασκευή ή σε επίπεδο σχεδιασμού, απαντώνται στον εξωαστικό χώρο και αφορούν μεταφορικές υποδομές. Σημαντικά παραδείγματα αποτελούν οι οδικές σήραγγες της Εγνατίας Οδού και του Οδικού Άξονα Πατρών - Αθήνας - Θεσσαλονίκης - Ευζώνων (ΠΑΘΕ) καθώς και οι σήραγγες του σιδηρόδρομου υψηλών ταχυτήτων Αθηνών - Κορίνθου στο ύψος της Κακιάς Σκάλας και οι σήραγγες Όθρυος και Καλλιδρόμου της νέας διπλής σιδηροδρομικής γραμμής υψηλών ταχυτήτων Τιθορέας - Δομοκού, η οποία κατασκευάζεται σήμερα (Διαδίκτυο: ΕΡΓΟΣΕ, 2012). Επιπλέον, μεγάλο υδραυλικό έργο αποτελεί η σήραγγα μεταφοράς νερού, μήκους 29 χλμ, από τον τεχνητό ταμιευτήρα Ευήνου στον τεχνητό ταμιευτήρα Μόρνου (ΕΕΣΥΕ, 2006) ενώ η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) έχει κατασκευάσει στη χώρα μεγάλο αριθμό Υδροηλεκτρικών Έργων (ΥΗΕ) και φραγμάτων με ένα από τα σημαντικότερα παραδείγματα να είναι ο υπόγειος υδροηλεκτρικός σταθμός (ΥΗΣ) του φράγματος Θησαυρού στο Νέστο (Μαυρίκος, 2006).

Όσον αφορά τώρα στον ελληνικό αστικό χώρο, η πλειοψηφία των υπόγειων έργων συγκεντρώνεται στην Αθήνα, με την συμπρωτεύουσα Θεσσαλονίκη να ακολουθεί. Οι αυξημένες κυκλοφοριακές απαιτήσεις σε συνδυασμό με την υποβάθμιση του αστικού τοπίου και της ποιότητας ζωής των κατοίκων των δύο μεγάλων αυτών αστικών κέντρων, οδήγησε στην εκμετάλλευση του υπόγειου χώρου κυρίως για την εγκατάσταση συγκοινωνιακών υποδομών και χώρων στάθμευσης. Το μεγαλύτερο έργο στον αστικό υπόγειο χώρο, αποτελεί το μετρό της Αθήνας το οποίο είναι ένα από τα πιο σύγχρονα της Ευρώπης, επεκτείνεται συνεχώς καλύπτοντας όλο και περισσότερες περιοχές ενώ οι σταθμοί του αποτελούν και χώρους έκθεσης καθώς χαρακτηρίζονται από διάφορους αρχαιολογικούς θησαυρούς που ανακαλύφθηκαν κατά την κατασκευή (Διαδίκτυο: Αττικό Μετρό ΑΕ, 2012). Αντίστοιχο βεληνεκούς έργο θα αποτελέσει και το μετρό της Θεσσαλονίκης όταν ολοκληρωθεί, το οποίο θα περιλαμβάνει μια γραμμή μήκους 9.6 χλμ, αποτελούμενη από 2 δίδυμες σήραγγες και 13 σύγχρονους σταθμούς. Τέλος, η κατασκευή υπόγειων χώρων στάθμευσης γνωρίζει άνθιση τα τελευταία χρόνια στην χώρα, με την Αθήνα να συγκεντρώνει όπως αναμενόταν την μεγαλύτερη κατασκευαστική δραστηριότητα (Pappa & Benardos, 2007).

Εικόνα 51: Αποψη από το εσωτερικό του σταθμού του μετρό στο Σύνταγμα (Διαδίκτυο: Αττικό Μετρό, 2012)



### 6.2.1 Η ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΟΠΤΙΚΗ ΤΗΣ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Η πολεοδομία είναι η επιστήμη, και παράλληλα τέχνη, η οποία ασχολείται με τον σχεδιασμό και προγραμματισμό των πόλεων (και γενικότερα των οικισμών), εξετάζοντας όμως όχι μόνο τεχνικά χαρακτηριστικά αλλά και οικονομικά, κοινωνικά κτλ, επικαλούμενη τις αντίστοιχες επιστήμες, έτσι ώστε να επιτευχθεί αρμονία και η πόλη να είναι ανθρώπινη. Έτσι, και για τον υπόγειο χώρο, προτού αναφερθούν και αναλυθούν τα διάφορα τεχνικά θέματα γύρω από την αξιοποίηση του στην Ελλάδα,



κρίθηκε αναγκαία μια επισκόπηση του ζητήματος σε μια κλίμακα ανώτερη, αυτή της σκέψης και της φιλοσοφίας γύρω από τα υπόγεια έργα.

Ως αρχικός προβληματισμός τίθεται το ερώτημα για το αν υπάρχει θέληση για μια μελλοντική υπόγεια ανάπτυξη. Η ύπαρξη πραγματικού ενδιαφέροντος, παρόλες τις δυσκολίες και την γενικότερη άγνοια των ατόμων στην Ελλάδα, αποτελεί την βασική προϋπόθεση προς μία τέτοια στροφή, ενώ είναι πιθανόν ότι θα προκύψει από την πίεση της αγοράς γης χωρίς να υπάρχει προγενέστερη σκέψη πάνω στο ζήτημα. Αυτή η «μη ωρίμανση» της υπόγειας ιδέας, η οποία αντανακλάται σε πολλούς τομείς της χώρας όπως είναι ο νομοθετικός, ο σχεδιαστικός κτλ, αποτελεί παράγοντα ο οποίος μπορεί να αποβεί μοιραίος για τον υπόγειο χώρο θυσιάζοντάς τον εμμέσως στον βωμό της κερδοφορίας, όπως έγινε άλλωστε στο παρελθόν και με τον υπέργειο χώρο.

Υποθέτοντας τώρα ότι όλες οι προϋποθέσεις (γεωλογικές, νομοθετικές κτλ) πληρούνται και έτσι δεν υπάρχουν τεχνικά εμπόδια για την αξιοποίηση του υπόγειου χώρου, δημιουργούνται προβληματισμοί για τον βαθμό στον οποίο η κοινωνία είναι έτοιμη να δεχθεί κάποιο τέτοιο εγχείρημα αλλά και για το τι λύσεις θα προσέφερε αυτό στην πόλη. Χρησιμοποιώντας ως παράδειγμα την Αθήνα, η οποία αντιμετωπίζει και τα πιο έντονα προβλήματα, μπορεί να ειπωθεί ότι μια ενδεχόμενη υπογειοποίηση δρόμων, χώρων στάθμευσης ή και δραστηριοτήτων οι οποίες δεν είναι κοινωνικά αποδεκτές (χώροι διάθεσης αποβλήτων κτλ), θα συνέβαλε στην απελευθέρωση πολύτιμου χώρου και ενδεχομένως στην ποιοτική αναβάθμιση της εκάστοτε περιοχής, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι οι συνθήκες γίνανε ιδανικές ξαφνικά. Επιπλέον, η υπογειοποίηση έστω και των μη κοινωνικά αποδεκτών δραστηριοτήτων συνεπάγεται υπόγεια εργασία, ένα ζήτημα πολύ σημαντικό και ευαίσθητο σε κάθε περίπτωση. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, μέσω της τήρησης ορισμένων κανονισμών για το εσωτερικό κλίμα, τον φυσικό φωτισμό, τις ώρες εργασίας ανά περίπτωση κτλ, δύναται η υπόγεια εργασία να γίνει εν τέλει αποδεκτή τόσο κοινωνικά όσο και νομοθετικά. Φυσικά, στην χώρα μας, ο βαθμός στον οποίο θα ικανοποιηθούν τα απαραίτητα για τους εργαζόμενους κριτήρια, σε μια υποθετική περίπτωση, είναι αρκετά αμφισβητήσιμος.

Τέλος, στην σκέψη για το αν θα μπορούσε να υπάρξει υπόγεια κατοικία στην Ελλάδα η απάντηση είναι πως θεωρητικά θα ήταν εφικτό, αλλά σε μια χώρα όπου δεν απαντώνται ακραίες καιρικές συνθήκες, όπου η πρόσφατη τροποποίηση του ΓΟΚ με τον

N.3775/2009<sup>16</sup> βυθίζει τα νέα υπόγεια ακόμα χαμηλότερα αλλά και η κατοικία στο μυαλό του κόσμου είναι συνυφασμένη με τον ήλιο, το μπαλκόνι, την θέα κτλ, οι πιθανότητες να συμβεί στο άμεσο μέλλον είναι μηδαμινές.

### 6.2.2 ΑΝΑΣΤΑΛΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Πρωταρχικό ανασταλτικό παράγοντα και βασικό αίτιο της καθυστέρησης που παρουσίασε στην ανάπτυξη σύγχρονων υπόγειων έργων η χώρα μας, αποτέλεσε η έλλειψη τεχνογνωσίας. Η απουσία γνώσεων και εμπειρίας πάνω στις υπόγειες πρακτικές, σε συνδυασμό με την ιδιαίτερη γεωμορφολογία του ελλαδικού χώρου δημιουργούσαν ένα φαινομενικά αξεπέραστο εμπόδιο, το οποίο όμως μέσα από τον εμπλουτισμό του γνωστικού πεδίου και την απόκτηση ολοένα και μεγαλύτερης εμπειρίας αντιμετωπίστηκε σε μεγάλο βαθμό, ωθώντας έτσι στην δημιουργία πολλών υπόγειων έργων (ΕΕΣΥΕ, 2002). Φυσικά, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ιδιαίτερη γεωμορφολογία του ελληνικού εδάφους είναι ένα εμπόδιο το οποίο δεν μπορεί να ξεπεραστεί πλήρως. Η Ελλάδα είναι μια ιδιαίτερα ορεινή χώρα, με έντονο ανάγλυφο η οποία χαρακτηρίζεται γενικότερα από μια πολύπλοκη γεωλογική και τεκτονική δομή, γεγονός που καθιστά την διάνοιξη σηράγγων και την δημιουργία υπόγειων κατασκευών μια διαδικασία που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και μελέτη (Κορομηλάς, 2009).

Εξαιρώντας λοιπόν τα όσα προαναφέρθηκαν, τα υπόλοιπα ζητήματα που καλούνται να επιλυθούν για την περαιτέρω ανάπτυξη του υπόγειου χώρου στην Ελλάδα, δεν διαφέρουν από αυτά που έχει επιδείξει η γενικότερη εμπειρία των χωρών ανά τον κόσμο<sup>17</sup>. Έτσι, τα δύο βασικά εμπόδια που χρήζουν διευθέτησης, τόσο σε επίπεδο σχεδιασμού όσο και λήψης αποφάσεων, είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς του υπόγειου χώρου και η γενικότερη άγνοια των ατόμων για τα οφέλη των υπόγειων επιλογών.

Πιο συγκεκριμένα, και όσον αφορά στο ιδιοκτησιακό καθεστώς σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, ο Αστικός Κώδικας: Α.Κ. 1001 προβλέπει ότι η κυριότητα των ιδιωτών εκτείνεται και στο υπέδαφος με παράλληλη δυνατότητα μεταβίβασης της υπόγειας κατασκευής (με την έννοια του υπογείου), θέτοντας όμως περιορισμούς τόσο

<sup>16</sup> Σύμφωνα με τον νέο νόμο, και με πρόσχημα την τακτοποίηση της αλλαγής χρήσης των υφιστάμενων υπόγειων από αποθήκες σε χώρους κύριας χρήσης, η οροφή των νέων υπογείων περιορίζεται στα 80 εκ. πάνω από τη στάθμη του περιβάλλοντος εδάφους, ενώ μέχρι πρότινος ανερχόταν στο 1.5 μ.

<sup>17</sup> Σημειώνεται ότι η μη ύπαρξη διαφορών αναφέρεται στην γενική φύση των ζητημάτων. Ο βαθμός έντασης του προβλήματος καθώς και άλλα ειδικότερα χαρακτηριστικά ποικίλουν από χώρα σε χώρα.

για λόγους διέλευσης δικτύων υποδομών όσο και για μεγαλύτερα έργα με προφανή κοινωφελή σκοπό<sup>18</sup>. Εφόσον όμως οι υπόγειοι χώροι νοούνται ως «υπόγεια», η υπόγεια δόμηση υπάγεται, σχετικά με τον συντελεστή δόμησης, στις διατάξεις και εξαιρέσεις του Γ.Ο.Κ. (Σκάγιαννης, 2010).

Όπως γίνεται αντιληπτό, η ελληνική νομοθεσία δεν έχει αναπτυχθεί στο σκεπτικό μιας ενδεχόμενης εκτεταμένης υπόγειας ανάπτυξης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να μην έχουν καθοριστεί βασικά ζητήματα για την υπόγεια δόμηση και περαιτέρω στην αποσπασματική λήψη μέτρων με ad hoc διατάγματα για υπόγεια έργα, όπως έγινε για παράδειγμα με το μετρό της Αθήνας.

Περνώντας τώρα στο θέμα της άγνοιας των όσων ζητημάτων περικλείονται γύρω από την υπόγεια ανάπτυξη, θα πρέπει να αναφερθεί ότι παρόλο που όπως τονίσθηκε και παραπάνω είναι ένα φαινόμενο που απαντάται σε πολλές χώρες, στην Ελλάδα παρουσιάζεται σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό αποτρέποντας έτσι πολλές φορές, ακόμα και σε επίπεδο εξέτασης, την υπόγεια εναλλακτική.

Στην χώρα μας, είναι συνηθισμένο οι άνθρωποι που ευθύνονται για τη λήψη αποφάσεων πολιτικής ή οικονομικής φύσεως, να χαρακτηρίζονται από άγνοια των δυνατοτήτων της υπόγειας ανάπτυξης και «μη εξοικείωση» με την ίδια τη φιλοσοφία των υπόγειων έργων, προωθώντας και διαιωνίζοντας έτσι την επικρατούσα συντηρητική νοοτροπία. Είναι χαρακτηριστικό της δυσπιστίας που υπάρχει, το παράδειγμα μιας επιχείρησης η οποία αρνιότανε να κατασκευάσει τον επιθυμητό αποθηκευτικό χώρο υπόγεια ακόμα και όταν της παρουσιάστηκαν αντίστοιχες επιχειρήσεις του εξωτερικού οι οποίες το έχουν πράξει με απόλυτη επιτυχία.

Το βασικό αίτιο αυτής της συντηρητικής υπέργειας επιλογής, αποτελεί το υψηλότερο κόστος κατασκευής των υπόγειων έργων. Θα υπέθετε κανείς, ότι εν καιρώ μάλιστα οικονομικής ύφεσης η συζήτηση για το ενδεχόμενο η υπόγεια λύση να είναι πιο συμφέρουσα από την αντίστοιχη επίγεια δεν θα είχε κανένα νόημα, κάτι που φυσικά δεν ισχύει καθώς μπορεί το αρχικό κεφάλαιο για την κατασκευή να είναι σημαντικός παράγοντας, μια μακροπρόθεσμη και υπό άλλο πρίσμα εξέταση όμως δύναται να αλλάξει τα δεδομένα. Η πιθανή αυτή αλλαγή σκηνικού οφείλεται, στον συνυπολογισμό

<sup>18</sup> Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την συγκεκριμένη νομοθεσία βλ. Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός άρθρο 2 παράγραφος 24, Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας 242.

και αποτίμηση, στη σύγκριση μεταξύ των δύο εναλλακτικών, παραγόντων όπως είναι οι περιβαλλοντικοί και κοινωνικοί<sup>19</sup> καθώς και στη διαδικασία ανάλυσης του κύκλου ζωής του έργου (“Life-Cycle Assessment”) όπου λαμβάνεται υπόψη και το κόστος συντήρησης και λειτουργίας.

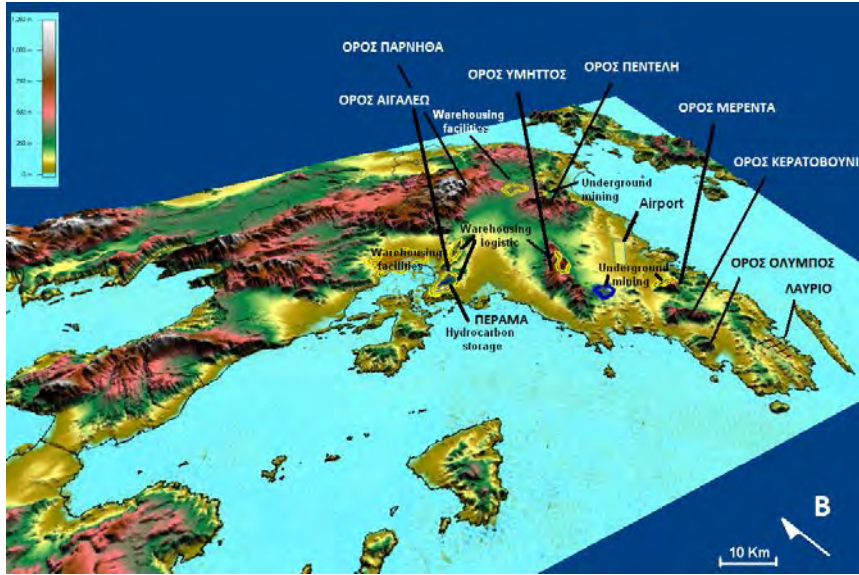
Εκτός όμως από τα όσα εμπόδια και δυσκολίες αναφέρθηκαν στον δρόμο προς μια πιο εκτεταμένη αξιοποίηση του υπόγειου χώρου στην Ελλάδα, υπάρχουν και προοπτικές, τόσο από την σκοπιά της ύπαρξης κατάλληλων προς υπόγεια ανάπτυξη περιοχών όσο και έργων, τα οποία θα μπορούσαν κάλλιστα να τοποθετηθούν υπόγεια, λύνοντας μάλιστα πολλά από τα σύγχρονα αστικά προβλήματα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία, οι προτάσεις κτλ που παρατίθενται παρακάτω, αφορούν στον νομό Αττικής διότι εκεί παρουσιάζονται σε πολύ έντονο βαθμό τα διάφορα αστικά ζητήματα, δημιουργώντας ένα ελαττωματικό αστικό περιβάλλον για τους κατοίκους.

Ο νομός Αττικής, χαρακτηρίζεται από μια περίπλοκη γεωλογική δομή της οποίας μάλιστα τα ζητήματα γύρω από το γεωλογικό καθεστώς και την τεκτονική δράση δεν έχουν διευκρινιστεί πλήρως, παρά τις πολλές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί. Το γεγονός αυτό, δεν σημαίνει όμως ότι δεν υπάρχουν περιοχές κατάλληλες για ανάπτυξη υπόγειων δραστηριοτήτων. Όπως φαίνεται και στον Χάρτη 9, ο οποίος είναι προϊόν της εξέτασης-ανάλυσης διαφόρων στοιχείων και περιορισμών (γεωλογικών, γεωτεχνικών, προσβασιμότητας κτλ), υπάρχουν ορισμένες βασικές περιοχές ενδιαφέροντος οι οποίες απαντώνται κυρίως στα διάφορα όρη της Αττικής και είναι οι εξής: (Koumantakis κ.ά., 2007)

- ο Όρος Πάρνηθα.
- ο Όρος Αιγάλεω.
- ο Όρος Υμηττός.
- ο Όρος Πεντέλη.
- ο Όρος Μερέντα.
- ο Όρος Κερατοβούνι.
- ο Όρος Όλυμπος (ή Λαυρεωτικός Όλυμπος).
- ο Λαύριο.
- ο Πέραμα.

<sup>19</sup> Η σημασία του κοινωνικού και περιβαλλοντικού παράγοντας είναι ιδιαίτερως σημαντική καθώς μπορεί η εποχή μας να χαρακτηρίζεται από την οικονομική κρίση αλλά παράλληλα υπάρχει και έντονη περιβαλλοντική και κοινωνική ευαισθησία.

Χάρτης 8: Περιοχές ενδιαφέροντος στον νομό Αττικής (Koumantakis κ.ά., 2007). Ιδία επεξεργασία.



Οι ανωτέρω περιοχές, χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη μεγάλης επιφάνειας αλλά και από ένα υπόγειο σύμπλεγμα μαρμάρων, ασβεστόλιθων και δολομιτών, και σε μικρότερο βαθμό στην μεταλλευτική περιοχή του Λαυρίου από κερατίτες και γρανοδιορίτες, πετρώματα τα οποία τις καθιστούν πρώτες στην σειρά προτεραιότητας για υπόγεια ανάπτυξη (Koumantakis κ.ά., 2007). Δεν πρέπει να παραληφθεί ότι οι προαναφερθείσες περιοχές ενδείκνυνται κυρίως για υπόγειες δραστηριότητες που σχετίζονται με εγκαταστάσεις αποθήκευσης, κέντρα “logistics”, εξόρυξη, επεξεργασία αποβλήτων κτλ.

Γίνεται κατανοητό ότι συνδυάζοντας την ύπαρξη κατάλληλων περιοχών με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την βελτίωση της τεχνογνωσίας και εμπειρίας πάνω σε υπόγεια έργα, δημιουργούνται προοπτικές ώστε να μεταλλαχθεί το πεδίο των παρεμβάσεων στον υπόγειο χώρο σε ένα ευρύτερο των συγκοινωνιακών έργων και κοινοφελών δικτύων. Στο πλαίσιο αυτό εντοπίστηκαν, ενδεικτικά, χρήσεις που χωροθετούνται σήμερα στον αστικό ιστό της Αθήνας και δύνανται να μεταφερθούν υπογείως, με κύριο στόχο τη μείωση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων που προκαλούν αλλά και για την παράλληλη εξοικονόμηση πόρων. Να σημειωθεί ότι κάποιες από τις ακόλουθες λύσεις έχουν προταθεί και από διάφορους ερευνητές του ΕΜΠ και πιο συγκεκριμένα του τμήματος των μεταλλειολόγων.

➤ *Υπογειοποίηση του Κέντρου Επεξεργασίας Λυμάτων Μεταμόρφωσης*

Το κέντρο επεξεργασίας λυμάτων στη Μεταμόρφωση, στο οποίο συγκεντρώνονται κάθε μέρα 11.000 μ<sup>3</sup> βοθρολύματα και 10.000 μ<sup>3</sup> αστικά λύματα (Διαδίκτυο: ΕΥΔΑΠ,



2012), γειτνιάζει με τον αστικό ιστό της περιοχής προκαλώντας έτσι σημαντικά προβλήματα στους κατοίκους λόγω της δυσοσμίας αλλά και της κυκλοφορίας εκατοντάδων βυτιοφόρων, ενώ παράλληλα οι εγκαταστάσεις δημιουργούν και οπτική-αισθητική ρύπανση, υποβαθμίζοντας εν τέλει την περιοχή. Μια ενδεχόμενη υπογειοποίηση του ΚΕΛ, όχι μόνο θα αντιμετωπίσει τα προαναφερθέντα ζητήματα αλλά θα απελευθερώσει και δεκάδες στρέμματα για δημόσια χρήση

➤ *Υπόγειες δεξαμενές καυσίμων στο Πέραμα*

Δίπλα στον αστικό ιστό της πόλης και σε άμεση επαφή με την κατοικημένη περιοχή του Περάματος, βρίσκεται το κέντρο διακίνησης προϊόντων πετρελαίου για ολόκληρη την Αττική, με περισσότερες από 100 δεξαμενές να στοιβάζονται σε περίπου 300 στρέμματα. Το γεγονός αυτό, πέρα από την γενικότερη υποβάθμιση που επιφέρει στην περιοχή, εγκυμονεί και μια σειρά από κινδύνους για του κατοίκους, οι οποίοι και ζητούν την απομάκρυνσή του. Όπως είχε αποδειχθεί όμως και από την μελέτη που είχαν παραδώσει το ΕΜΠ και η ΑΣΠΡΟΦΟΣ το 2004, η βέλτιστη λύση είναι η υπογειοποίηση αφού ακόμα και από οικονομικής πλευράς είχε υπολογισθεί πιο φτηνή από μια επίγεια μετεγκατάσταση. Έτσι, με την δημιουργία υπόγειων δεξαμενών όχι μόνο θα αντιμετωπιζόταν η απειλή ατυχήματος και η υποβάθμιση της περιοχής αλλά θα υπάρξει και αναβάθμιση, στην περίπτωση φυσικά που τα 300 διαθέσιμα, πλέον, επιφανειακά στρέμματα αξιοποιηθούν καταλλήλως.

➤ *Υπογειοποίηση δρόμων και συγκοινωνιακών δικτύων*

Στις μέρες μας όπου ένα μεγάλο ποσοστό των πόλεων καλύπτεται από δρόμους, η υπογειοποίηση ίσως αποτελέσει την λύση προς την εξασφάλιση περισσότερου ελεύθερου χώρου στον πυκνοδομημένο αστικό ιστό. Το πιο γνωστό παράδειγμα τέτοιας περίπτωσης είναι το λεγόμενο «Big Dig» στη Βοστώνη, στο οποίο έχει γίνει αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο. Ένα παράδειγμα για την Αθήνα είναι η υπόγεια μεταφορά ενός τμήματος της Λεωφόρου Αλεξάνδρας, πρόταση η οποία έχει συζητηθεί αρκετές φορές αλλά πλέον έχει εγκαταλειφθεί, ενώ ίσως θα έπρεπε να εξετασθεί περαιτέρω και το ενδεχόμενο υπογειοποίησης των σιδηροδρομικών γραμμών του προαστιακού, όπως πραγματοποιήθηκε στους Αγίους Αναργύρους, έτσι ώστε να μην δημιουργούνται προβλήματα ασυνέχειας στον αστικό ιστό.

➤ *Αξιοποίηση του υπόγειου χώρου για ανάπτυξη εμπορικών χρήσεων και έκθεση αρχαιολογικών ευρημάτων*

Η προστασία και ανάδειξη αρχαιολογικών εκθεμάτων είναι μια δραστηριότητα η ανάπτυξη της οποίας μπορεί να γίνει κάλλιστα υπόγεια, καθώς ο υπόγειος χώρος παρέχει μια ευκολότερα ελεγχόμενη είσοδο-έξοδο αλλά και σταθερές συνθήκες που συμβάλουν στην ακεραιότητα (μη αλλοίωση) των εκθεμάτων. Επιπλέον, σε υπόγειους χώρους όπου σήμερα συγκεντρώνεται πλήθος κόσμου όπως οι σταθμοί του Μετρό, είναι αναμενόμενο το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη εμπορικών χρήσεων, η οποία τελικά μπορεί να οδηγήσει σε ένα εκτεταμένο υπόγειο εμπορικό δίκτυο όπως περίπου συνέβη και σε άλλες περιοχές του εξωτερικού, οι περιπτώσεις των οποίων έχουν περιγραφεί στο προηγούμενο κεφάλαιο.

### 6.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην Ελλάδα, παρόλο που η έλλειψη επαρκούς ελεύθερου-αδόμητου χώρου καθώς και η χαμηλή αναλογία πρασίνου ανά κάτοικο αποτελούν χαρακτηριστικά στοιχεία των «ελληνικών πόλεων», η ανάπτυξη σύγχρονων υπόγειων έργων στην προσπάθεια άρσης των ανωτέρω προβλημάτων καθυστέρησε σημαντικά. Βασικό ρόλο στην καθυστέρηση αυτή, διαδραμάτισε η έλλειψη τεχνογνωσίας και εμπειρίας πάνω στις υπόγειες πρακτικές, εμπόδιο που με την πάροδο των χρόνων αντιμετωπίστηκε σε ένα μεγάλο βαθμό. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την ώθηση από της ΕΕΣΥΕ, οδήγησε στην δημιουργία ορισμένων σημαντικών υπόγειων κατασκευών τόσο στον αστικό όσο και στον εξωαστικό χώρο που όμως ανήκουν σε ένα στενό φάσμα κατηγοριών.

Τα εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπισθούν στην Ελλάδα δεν διαφέρουν στην φύση τους (στην πλειοψηφία τους) από τα αντίστοιχα που εντοπίστηκαν στην μελέτη της διεθνούς εμπειρίας. Αυτό που διαφέρει είναι η ένταση με την οποία παρουσιάζονται στην χώρα μας, χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν και προοπτικές. Στην ουσία, ο στόχος που πρέπει να επιτευχθεί για να υπάρξει ουσιαστική και ορθολογική πρόοδος, είναι να «ωριμάσει» το ζήτημα της αξιοποίησης του υπόγειου χώρου όχι τόσο τεχνικά-κατασκευαστικά, όπου έχει υπάρξει βελτίωση, αλλά σαν ιδέα διότι μόνο τότε θα εξετασθούν σοβαρά και ολοκληρωμένα τα θέματα γύρω από την υπόγεια ανάπτυξη κάτι που με την σειρά του θα επιφέρει τις απαραίτητες αλλαγές στην νομοθεσία, τον σχεδιασμό

κτλ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η χρήση του υπεδάφους για την ανάπτυξη δραστηριοτήτων δεν είναι πρόσφατο φαινόμενο στην ανθρώπινη ιστορία. Ο υπόγειος χώρος αποτέλεσε πρωταρχικά κατοικία για τον πρωτόγονο άνθρωπο και αργότερα χώρο λατρείας και ταφής. Η εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού, οδήγησε στην μετεγκατάσταση του ανθρώπου στην επιφάνεια και στην σταδιακή εκμετάλλευσή του υπεδάφους για πρώτες ύλες με την δημιουργία παράλληλα και των πρώτων υπόγειων έργων. Καταλυτικό ρόλο για τα υπόγεια έργα διαδραμάτισε πάντως η βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνοδεύτηκε από ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της παραγωγής και των κατασκευών.

Οι σημερινές αστικές περιοχές, χαρακτηρίζονται από μια έκρηξη της αστικοποίησης, η οποία είναι επακόλουθο της σημαντικής αύξησης του γήινου πληθυσμού. Η έντονη συσσώρευση πληθυσμού στα αστικά κέντρα, γέννησε μια σειρά προβλημάτων το οποία συνέβαλαν καθοριστικά στην υποβάθμιση του βιωτικού επιπέδου των κατοίκων, μέσω της έλλειψης αδόμητων χώρων για την κάλυψη ζωτικών αναγκών, του κυκλοφοριακού χάους κτλ. Παράλληλα, επιλέγοντας οι πόλεις μια εκτατική ανάπτυξη για την κάλυψη των διογκωμένων αναγκών από την εισροή κόσμου, ενέτειναν το φαινόμενο της αστικής διάχυσης και της αστικοποίησης της υπαίθρου. Για την αντιμετώπιση του προαναφερθέντος φαινομένου αλλά και λόγω της τάσης για την δημιουργία αειφορικών πόλεων, ξεκίνησαν σκέψεις για την υιοθέτηση των αρχών της συμπαγούς πόλης. Έτσι, και καθώς η υπόγεια ανάπτυξη ως εναλλακτική λύση δύναται να συμβάλλει ενεργά στην υλοποίηση των εν λόγω αρχών, πυροδοτήθηκε η επιστημονική έρευνα γύρω από τον υπόγειο χώρο έχοντας ως βασικούς αντιπροσώπους τις δύο διεθνείς ενώσεις ΙΤΑ και ACUUS.

Σήμερα, ποικίλες είναι οι δραστηριότητες που έχουν αναπτυχθεί στον αστικό υπόγειο χώρο ενώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η καταλληλότητα ανάπτυξης διαφέρει από χρήση σε χρήση (Σχήμα 21). Γενικά, παρατηρείται ότι το βάθος εγκατάστασης μιας δραστηριότητας είναι ανάλογο με τον βαθμό που αυτή αφορά το ευρύ κοινό, την πολυπλοκότητά της και την ελκυστικότητά της.

Οι κυριότεροι λόγοι που οδήγησαν στην στροφή προς μια υπόγεια επιλογή, όπως εξήχθησαν από την μελέτη των διεθνών παραδειγμάτων, είναι οι εξής:

- Έλλειψη αστικού χώρου.

- Προστασία από τις καιρικές συνθήκες.
- Αστική αναζωογόνηση-αναβάθμιση.
  - Περιορισμός της αστικής διάχυσης και του αστικού συνωστισμού.
  - Διαχωρισμός κίνησης πεζών-οχημάτων κτλ.
- Προστασία του περιβάλλοντος και εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του υπεδάφους.

Ωστόσο, δεν θα πρέπει να λησμονείται το γεγονός ότι ο υπόγειος χώρος αποτελεί ένα μη ανανεώσιμο φυσικό πόρο, και πηγή άλλων φυσικών πόρων, ο οποίος απαιτεί ορθολογική διαχείριση. Η αειφόρος εκμετάλλευση των δυνατοτήτων του υπεδάφους σε συνδυασμό με την ανάγκη άμεσης διασύνδεσης των υπόγειων και των επιφανειακών δραστηριοτήτων, απαιτεί την ένταξη του αστικού υπόγειου χώρου σε ένα χωρικό σχεδιασμό που θα λαμβάνει υπόψη του και τον υπόγειο άξονα –Z. Συνεπώς, απαιτείται η δημιουργία ενός Σχεδίου Διαχείρισης του Αστικού Υπόγειου Χώρου το οποίο αφενός δεν θα είναι αποκομμένο από τον γενικότερο σχεδιασμό αφετέρου με τις απαραίτητες ενέργειες, μέτρα κτλ θα συνδράμει στην αποφυγή της αλόγιστης χρησιμοποίησης του υπεδάφους, των συγκρούσεων μεταξύ χρήσεων καθώς και θα εξασφαλίσει την κάλυψη των μελλοντικών αναγκών. Η πρώτη χώρα που ανέπτυξε ένα τέτοιο σχέδιο που αφορά αποκλειστικά στον υπόγειο χώρο και έχει νομική υπόσταση, είναι η Φινλανδία. Το παράδειγμα αυτό ενδέχεται να δώσει την απαιτούμενη ώθηση και σε άλλες χώρες για την δημιουργία ενός ανάλογου σχεδίου, γεγονός που θα έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την διαχείριση του υπεδάφους. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι εντυπωσιακότερες δημιουργημένες «υπόγειες πόλεις», αυτές του Μόντρεαλ και του Τορόντο, δεν αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας κάποιο αρχικό σχέδιο αλλά μέσω διαδοχικών έργων και κινήτρων, κάνοντας σαφές ότι η χρήση των τελευταίων θα μπορούσε να αποτελέσει βασικό στοιχείο του σχεδιασμού.

Βέβαια, στην πορεία προς την υπόγεια κατεύθυνση υπάρχουν και εμπόδια τα οποία οφείλουν να αντιμετωπισθούν, με τα βασικότερα να είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς του υπόγειου χώρου, η απόδοση τιμής σε αυτόν, η γενικότερη άγνοια που επικρατεί για τέτοιου είδους λύσεις καθώς και η έκφραση των πλεονεκτημάτων του σε χρηματικούς όρους, ώστε να επιτευχθεί μια πιο δίκαιη σύγκριση με τα αντίστοιχα επιφανειακά. Επιπλέον, η επίδραση του υπόγειου περιβάλλοντος στην ψυχολογία και φυσιολογία των ατόμων, είναι ένα ακόμα ζήτημα που χρήζει εξέτασης και προσοχής, καθώς η μη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό-αερισμό κτλ, θα οδηγήσει σε αρνητικές

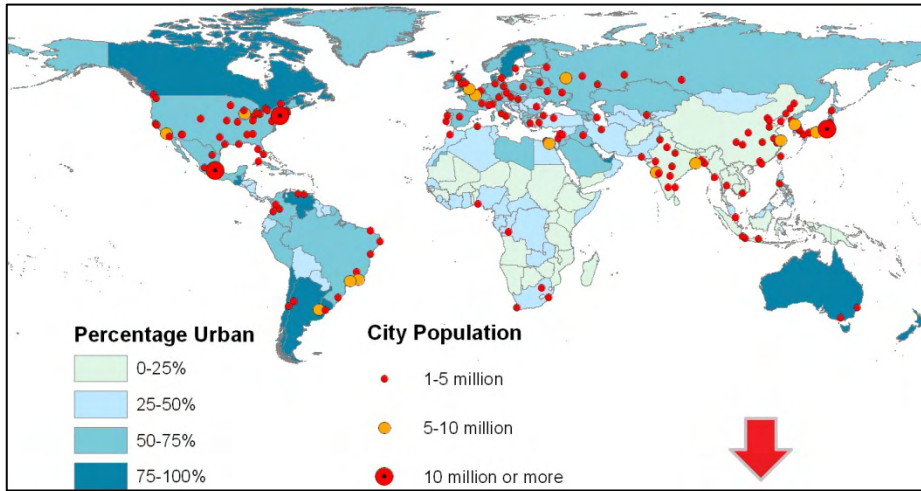
επιπτώσεις στον άνθρωπο και εν τέλει στην αναποτελεσματικότητα της υπόγειας υποδομής. Αντιλαμβάνεται λοιπόν κανείς ότι η εναλλακτική λύση της υπόγειας ανάπτυξης δεν αποτελεί πανάκεια και για τον λόγο αυτό δεν πρέπει να αποτελεί και αυτοσκοπό.

Στην Ελλάδα, τα προβλήματα των αστικών περιοχών είναι σαφώς πιο έντονα από τα αντίστοιχα των άλλων ευρωπαϊκών χωρών, εξαιτίας κυρίως της αποσπασματικής και ασχεδιάστης αστικής διόγκωσης. Είναι λοιπόν φανερό, ότι η υπόγεια ανάπτυξη στην χώρα μας μπορεί να επιφέρει επαναπροσέγγιση των χρήσεων και να εξοικονομήσει χώρο και ενέργεια, προσφέροντας τελικά ορισμένες ανάσες κυρίως στην πρωτεύουσα Αθήνα και δευτερευόντως στην συμπρωτεύουσα Θεσσαλονίκη και τις υπόλοιπες περιοχές, διότι εκεί η κατάσταση έχει φτάσει σε κρίσιμο σημείο. Βασική προϋπόθεση, καθώς προοπτικές υπάρχουν, αποτελεί η αντιμετώπιση των ζητημάτων που αναστέλλουν την υπόγεια προοπτική και τα οποία στην γενική μορφή τους δεν διαφέρουν από αυτά των υπόλοιπων χωρών. Η βασική διαφορά της Ελλάδας με άλλες χώρες είναι ότι ζήτημα της αξιοποίησης του υπόγειου χώρου δεν έχει «ωριμάσει» σαν ιδέα, και μόνο αν συμβεί αυτό θα υπάρξει ουσιαστική πρόοδος στον τομέα αφού θα είναι ευκολότερο να περάσει η υπόγεια φιλοσοφία στην ελληνική νομοθεσία, τον σχεδιασμό κτλ, λύνοντας έτσι τα δεσμά που την περιορίζουν. Σημαντικό βήμα σε αυτήν την κατεύθυνση θα ήταν η ανάπτυξη συνεργασιών, στον υπόγειο τομέα, με άλλα πιο έμπειρα κράτη και η κοινή πορεία στην βάση ενός ευρύτερου θεσμικού πλαισίου και ενός διακρατικού σχεδιασμού.

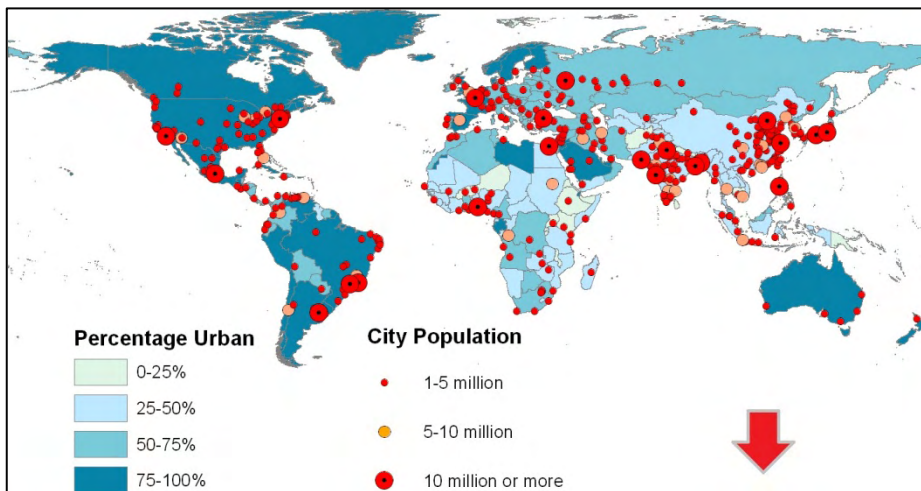
Επιπροσθέτως, θεωρήθηκε σκόπιμο να τονισθεί ότι με την συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας, της τεχνογνωσίας και γενικότερα της εμπειρίας στον υπόγειο τομέα δεν υπάρχουν όρια στο πως μπορεί να αξιοποιηθεί ο υπόγειος χώρος, απαιτείται όμως η δέουσα προσοχή ώστε να μην δημιουργηθεί ένας υπόγειος κλώνος της υπέργειας κατάστασης αναπαράγοντας τελικά τα προβλήματα που κλήθηκε να λύσει. Τέλος, μια περαιτέρω διερεύνηση ζητημάτων όπως, ο ρόλος που διαδραματίζει η αγορά γης ή και γενικότερα το καπιταλιστικό μοντέλο στην υπόγεια προοπτική, το κοινωνικό κόστος των υποδομών, η κοινωνική αντίληψη για το ενδεχόμενο υπόγειας εργασίας κ.ά., θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον, ξεφεύγει όμως από τα όρια της παρούσας εργασίας.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΡΤΩΝ

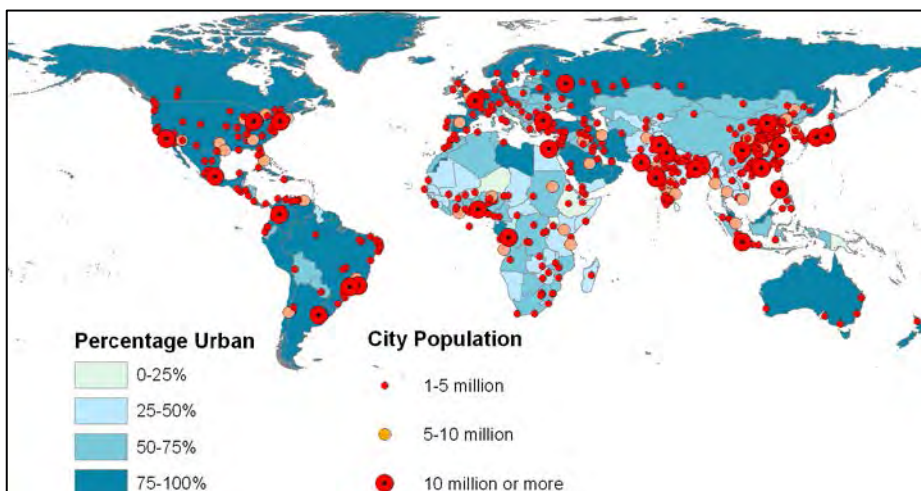
Χάρτης 1: Αστικές περιοχές το 1975 (Διαδίκτυο: United Nations, 2010)



Χάρτης 2: Αστικές περιοχές το 2009 (Διαδίκτυο: United Nations, 2010)



Χάρτης 3: Αστικές περιοχές το 2025 (Διαδίκτυο: United Nations, 2010)





**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ****ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ**

Γοσποδίνη, Α. και Μπεριάτος, Η., (επιμ.) (2006) *Τα νέα αστικά τοπία και η ελληνική πόλη*. Αθήνα: Κριτική.

ΕΕΣΥΕ (2002) *Το δελτίο των σηράγγων*. Διαθέσιμο στο: [http://www.eesy.gr/uploads/5/10/0209\\_Deltio.pdf](http://www.eesy.gr/uploads/5/10/0209_Deltio.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

ΕΕΣΥΕ (2005) *Το δελτίο των σηράγγων*. Διαθέσιμο στο: [http://www.eesy.gr/uploads/5/14/0509\\_Deltio.pdf](http://www.eesy.gr/uploads/5/14/0509_Deltio.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

ΕΕΣΥΕ (2006) *Το δελτίο των σηράγγων*. Διαθέσιμο στο: [http://www.eesy.gr/uploads/5/78/0609\\_Deltio.pdf](http://www.eesy.gr/uploads/5/78/0609_Deltio.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

Ιωάννου, Β. και Σερράος, Κ. (2006) «Μετασχηματισμοί της ελληνικής πόλης. Επιπτώσεις στην εικόνα του αστικού τοπίου». Στο Γοσποδίνη, Α. και Μπεριάτος, Η. (επιμ.) *Τα νέα αστικά τοπία και η ελληνική πόλη*. Αθήνα: Κριτική.

Καλιαμπάκος, Δ. (2003) «Ειδικά υπόγεια έργα: Ένα πεδίο δυναμικής ανάπτυξης της μεταλλευτικής». Στο: ΤΕΕ. *Σύγχρονες εξελίξεις και προοπτικές ανάπτυξης του κλάδου Μεταλλευτικής και Μεταλλουργίας*. Αθήνα: 15 Μαΐου.

Καλιαμπάκος, Δ. και Μπενάρδος, Α. (2010) *Υπόγεια Έργα*. Σημειώσεις μαθήματος. Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων-Μεταλλουργών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Καλλιανιώτης, Τ., Ρηγόπουλος, Φ. και Σοφός, Ν. (2009) «Τονίζοντας τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα μιας υπόγειας μονάδας επεξεργασίας νερού με τη βοήθεια της εικονικής πραγματικότητας». Στο: ΕΥΕ & ΕΕΔΥΠ. *Ολοκληρωμένη διαχείριση υδατικών πόρων σε συνθήκες κλιματικών αλλαγών*. Βόλος. 27-30 Μαΐου, Βόλος.

Καλπίδου, Ε. (2011) «Υπόγεια ανάπτυξη δραστηριοτήτων ελεύθερου χρόνου». Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

- Κορδελούλη, Μ. (2010) «Υπόγεια ανάπτυξη πόλεων». Μεταπτυχιακή διατριβή. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Κορομηλάς, Β. (2009) «Διερεύνηση αλληλεπίδρασης υφιστάμενης σταθεροποιημένης κατολίθωσης με υπο διάνοιξη δίδυμες σήραγγες». Διπλωματική εργασία. Σχολή Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μαρίνος, Π.Γ. (2005) *Εκπαιδευτική Εκδρομή στις Σήραγγες Βάσης των Άλπεων St.Gotthard - Lötschberg - Alptunnel (LTF)*. Βοηθητικό υλικό. ΔΠΜΣ «Σχεδιασμός και Κατασκευή Υπόγειων Έργων». Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μαυρίκος, Α. (2006) «Υπολογισμός της αξίας του υπόγειου χώρου: Η περίπτωση των υπόγειων αποθηκευτικών χώρων στην Αττική». Διδακτορική διατριβή. Τομέας Μεταλλευτικής, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων–Μεταλλουργών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μηλάκης, Δ. (2006) «Χρήσεις γης και μεταφορές: Διερεύνηση της επίδρασης των πολεοδομικών χαρακτηριστικών μακρο- και μικρο- κλίμακας στις επιλογές μετακίνησης». Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Μπαρμπόπουλος, Ν., Μηλάκης, Δ. και Βλαστός, Θ. (2005) «Αναζητώντας τη μορφή της βιώσιμης πόλης: Κριτική προσέγγιση του συμπαγούς πολεοδομικού μοντέλου». *Αειχώρος*, 4 (1), σ. 20-45.
- Μπάτσος, Δ.Β. και Τζουβαδάκης, Ι. (2009) «Αναζητώντας την επιτυχία των αναπλάσεων και των πολεοδομικών παρεμβάσεων στους υφιστάμενους οικιστικούς χώρους». Στο: *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Πολεοδομίας, Χωροταξίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης*. Βόλος, 24-27 Σεπτεμβρίου.
- Μπενάρδος, Α. και Καλιαμπάκος, Δ. (2003) *Υπόγεια έργα, υπόγεια ανάπτυξη*. Διαθέσιμο στο: [http://www.metal.ntua.gr/uploads/2523/under\\_works\\_no01.pdf](http://www.metal.ntua.gr/uploads/2523/under_works_no01.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 7/09/2012].

Οικονόμου, Δ. (2008) *Πολοδομική πολιτική*. Σημειώσεις μαθήματος. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Παπαδόπουλος, Μ. (2007) «Underground». *Το Συμβόλαιο*, 148, σ. 21.

Πετράκος, Γ. και Μαρδάκης, Π. (1999) «Οι πρόσφατες μεταβολές στο ελληνικό σύστημα αστικών κέντρων». Στο Οικονόμου, Δ. και Πετράκος, Γ. (επιμ.) *Η ανάπτυξη των ελληνικών πόλεων: Διεπιστημονικές προσεγγίσεις αστικής ανάλυσης και πολιτικής*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Gutenberg.

Σκάγιαννης, Π. (1994) *Πολιτική Προγραμματισμού των Υποδομών*. Αθήνα: Σταμούλης.

Σκάγιαννης, Π. (2010) «Υποδομές και υπο-δομές στον αστικό χώρο: Η πόλη από κάτω». Στο: Δημητριάδης, Ε.Π., Καυκαλάς, Γ. και Τσουκαλά, Κ. (επιμ.) *Πόλεως Λόγος: Τιμητικός τόμος για τον καθηγητή Α.-Φ. Λαγόπουλο*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Τριανταφυλλόπουλος, Ν. (2009) *Διαχείριση Ακινήτων*. Σημειώσεις μαθήματος. Τμήμα Μηχανικών Χωροταξίας, Πολεοδομίας και Περιφερειακής Ανάπτυξης. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Χριστοφιλόπουλος, Δ. (1990) *Αστικός και χωροταξικός σχεδιασμός-προγραμματισμός: Τεχνική διαδικασία ή κοινωνική επιστήμη*. Αθήνα: Σάκκουλας.

## **ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ**

Arbury, J. (2005) *From urban sprawl to compact city: An analysis of urban growth management in Auckland*. Auckland: University of Auckland.

Beatley, T. (2000) *Green urbanism: Learning from European cities*. Washington: Island Press.

Bèlanger, P. (2007) “Underground landscape: The urbanism & infrastructure of Toronto’s downtown pedestrian network”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 22 (3), σ. 272-292.

- Benardos, A.G. και Kaliampakos, D.C. (2005) “Hydrocarbon storage in unlined rock caverns in Greek limestone”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20 (2), σ.175-182.
- Besner, J. (2002) “The sustainable usage of the underground space in metropolitan area”. Στο: 9<sup>th</sup> *ACUUS International Conference Underground Space: A Resource for Cities*. Torino, 14-16 November.
- Besner, J. (2007) “Develop the underground space with a master plan or incentives”. Στο: 11<sup>th</sup> *ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.
- Bobylev, N. (2009) “Mainstreaming sustainable development into a city’s master plan: A case of urban underground space use”. *Land Use Policy*, 26 (4), σ. 1128-1137.
- Brachos, G. και Benardos, A. (2007) “Thermal loads analysis of an underground cold storage facility in Attica”. Στο: 11<sup>th</sup> *ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.
- Breheny, M. (1996) *Centrists, decentrists and compromisers: Views on the future of urban dorm*. Washington: E & FN Spon.
- Broch, E. (2007) “Use of the underground in the city of Trondheim, Norway”. Στο: 11<sup>th</sup> *ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.
- Bull, Ch., Hoose, J. και Weed, M. (2003) *An introduction to leisure studies*. Harlow: Pearson Education.
- Burchell, R. και Mukherji, S. (2003) “Conventional development versus managed growth: the costs of sprawl”. *American Journal of Public Health*, 93 (9), σ. 1534-1540.
- Burgess, R. (2000) “The compact city debate: A global perspective”. Στο: Jenks, M. και Burgess, R. (επιμ.) *Compact cities: Sustainable urban forms for developing countries*. London and New York: Spon Press.
- Cano-Hurtado, J. J. και Canto-Perello, J. (1999) “Sustainable development of urban underground space for utilities”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 14 (3), σ. 335-340.

Carmody, J. και Sterling, R. (1987) “Design strategies to alleviate negative psychological effects in underground space”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 2 (1), σ. 59-67.

Carmody, J. και Sterling, R. (2003) *Underground space design: A guide to subsurface utilization and design for people in underground spaces*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Chow, F. C. ...[και ά.] (2002) “Hidden aspects of urban planning: Utilisation of underground space”. Στο: *2nd International Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering Planning and Engineering for the Cities of Tomorrow*. Zurich, 7-8 March.

Dahlstrom, L.O., Swedenborg, S. και Evans, J. (2004) “Localization of underground hydrocarbon gas storages in respect to performance criteria”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 19 (4-5), σ. 371.

Dantzig, G. και Saaty, T. (1973) “Compact city: A plan for a liveable urban Environment”. Στο: Breheny, M. (επιμ.) *Centrists, decentrists and compromisers: Views on the future of urban form*. Washington: E & FN Spon.

De Sousa, C.A. (2003) “Turning brownfields into green space in the city of Toronto”. *Landscape and Urban Planning*, 62 (4), σ. 181-198.

Doxiadis, C.A. (1973) “The great urban crimes we permit by law”. Στο: *World Conference on World Peace Through Law*. Abidjan, Ivory Coast, 25-31 August. Washington: World Peace Through Law Center.

Duffaut, P. (2007) “Safe nuclear power plants shall be built underground”. Στο: *11th ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*, Athens, 10-13 September.

Durmisevic, S. (1999) “The future of the underground space”. *Cities*, 16 (4), σ. 233-245.

EEA (1995) “Europe’s environment: The Dobbris assessment”. *State of the environment Report*, 1. Copenhagen: EEA.

EEA (2006) “Urban sprawl in Europe: The ignored challenge”. *EEA Report*, 10, σ. 6.

- Erdem, A. και Erdem, Y. (2005) “Underground space use in ancient Anatolia: The Cappadocia example”. Στο: Erdem, Y. και Solak, T. (επιμ.) *Underground space use: Analysis of the past and lessons for the future*. London: Taylor Francis.
- Evans, D. ...[και ά.] (2008) “Underground storage”. *Mineral Planning Factsheets*. UK: British Geological Survey.
- Gillham, O. (2002) *The Limitless city: A primer on the urban sprawl debate*. Washington: Island Press.
- Girardet, H. (2008) *Cities people planet: Liveable cities for A sustainable world*. Chichester: Wiley.
- Godard, J.P. (2004) “Urban underground space and benefits of going underground”. Στο: *World Tunnel Congress 2004 and 30<sup>th</sup> ITA General Assembly*. Singapore, 22-27 May.
- Godard, J.P. και Sterling, R.L. (1995) “General considerations in assessing the advantages of using underground space”. *Tunnelling and Underground Technology*, 10 (3), σ. 287-297.
- Goel, R.K., Singh, B. και Zhao, J. (2012) *Underground infrastructures: Planning, design and construction*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Hoek, E., (επιμ.) (2007) *Practical Rock Engineering*. Διαθέσιμο στο: <http://www.scribd.com/doc/6924777/Practical-Rock-Engineering-Complete-Book1> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].
- Ikäheimonen, P. ...[και ά.] (1989) “Underground storage facilities in Finland”. *Tunnelling and Underground Technology*, 4 (1), σ. 11-15.
- International Energy Agency (2002) “District heating and cooling: Environmental technology for the 21st century”. Στο: *38<sup>th</sup> Implementing Agreement on District Heating and Cooling including the Integration of CHP*. Copenhagen, 16 May.
- ITA Working Group No 4 (2000) “Planning and mapping of underground space-an overview”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 15 (3), σ. 271-286



ITA Working Group on Subsurface Planning (1991a) “Policy statement on legal and administrative issues in underground space use”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 6 (4), σ. 471.

ITA Working Group on Subsurface Planning (1991b) “Legal and administrative issues in underground space use: A preliminary survey of ITA member nations”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 6 (2), σ. 191-209.

Jacobs, J. (1961) *The death and life of great American cities*. New York: Random House.

Jansson, B. και Winqvist, T. (1977) *Planning of subsurface use*. Stockholm: Statens råd för byggnadsforskning.

Jenks, M. (2000) “Introduction: Sustainable urban form in developing countries?” Στο: Jenks, M. και Burgess, R. (επιμ.) *Compact cities: Sustainable urban forms for developing countries*. London and New York: E & FN Spon.

Jenks, M., Burton, E. και Williams, K. (1996) *The Compact city: A sustainable urban form?* London: E & FN Spon.

Kiersch, G.A. (2008) “Engineering geosciences and military operations”. *Engineering Geology*, 49, σ. 123-176.

Koumantakis, I., Rozos, D. και Tsagaratos, P. (2007) “Underground space development in Attica County in relation with its geological structure”. Στο: 11<sup>th</sup> ACUUS Conference *Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.

Lavagno, E. και Schranz, L. (2007) “Energy rational use and underground space: Opportunities for sustainability”. Στο: 11<sup>th</sup> ACUUS Conference *Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.

Lee, C.-I. και Song, J.-J. (2003) “Rock engineering in underground energy storage in Korea”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 18 (5), σ. 467-483.

Marcotullio, P. και Boyle, G. (2003) “Defining an ecosystem approach to urban management and policy development”. Στο: Newman, P. και Jennings, I. (επιμ.) *Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices*. Washington: Island Press.

- Meland, Ø. και Lintorp, S. (1994) “Fire safety and escape strategies for a rock cavern stadium. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 9 (1), σ. 31-35.
- Melet, E. (2003) “Energy and interior climate”. Στο: Von Meijenfeldt, E., ...[και ά.] (επιμ.) *Below ground level: Creating new spaces for contemporary architecture*. Berlin: Birkhäuser.
- Mulder, E.F.J. de, Hack, R. και Van Ree, D. (2007) “Sustainable use and management of the subsurface”. Στο: *11<sup>th</sup> ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.
- Newman, P. και Jennings, I. (2008) *Cities as sustainable ecosystems: Principles and practices*. Washington: Island Press.
- Newman, M. (2005) “The compact city fallacy”. *Journal of Planning Education and Research*, 25 (11), σ. 11-26.
- Newton, P. (2000) “Urban form and environmental performance”. Στο: Williams, K., Burton, E. και Jenks, M. (επιμ.) *Achieving sustainable urban form*. London: E & FN Spon.
- Nielsen, K. (2003) “Thermal energy storage: A state-of-the-art: A report within the research program Smart Energy-Efficient Buildings. Trondheim: [χ.ό.]
- Nishioka, S., Tannaka, Y. και Minemura, T. (2007) “Deep underground usage for effective executing of city facility construction”. Στο: *11<sup>th</sup> ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.
- Nordmark, A. (2002) “Overview on survey of water installations underground: Underground water - conveyance and storage facilities”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 17 (2), σ. 163-178.
- Obladen, B και Zwarts, M. (2006) *AMFORA: The city under the city*. Διαθέσιμο στο: [http://www.struktonciviel.com/SiteCollectionDocuments/AMFORA\\_2008\\_V6FormatENG\\_DEF\\_V3.pdf](http://www.struktonciviel.com/SiteCollectionDocuments/AMFORA_2008_V6FormatENG_DEF_V3.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].
- OECD (1970) *Advisory Conference on Tunnelling*. Washington: Organization for Economic Co-operation and Development.

- Okada, H. (1995) “The channel tunnel: Remarkable construction speed, admirable basic design”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 10 (1), σ. 15.
- Oude, L.E.H.J. (1992) “Underground space for utilities”. Στο: *International Conference on Underground Space and Earth Sheltered Structures*. Delft, 3-5 August.
- Pappa, M. και Benardos, A. (2007) “Comparative evaluation of alternative methods for the construction of underground car parks”. Στο: *11<sup>th</sup> ACUUS Conference Underground Space: Expanding the Frontiers*, Athens, 10-13 September.
- Parker, H.W. (2004) “Underground space: Good for sustainable development, and vice versa”. Στο: *30<sup>th</sup> ITA-World Tunnel Congress meeting Underground Space for Sustainable Urban Development*. Singapore, 22-27 May.
- Parriaux, A., ...[και ά.] (2006) “The DEEP CITY project: A new philosophy for a sustainable urban underground resources management (NRP 54)”. Στο: *4<sup>th</sup> Swiss Geoscience Meeting Geosciences for Society*. Bern, 24-25 September.
- Paul, T., Chow, F. και Kjekstad, O., (επιμ.) (2002) *Hidden aspects of urban planning: Surface and underground development*. London: Thomas Telford Publishing.
- Pelizza, S. (1996) “Interview”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 11 (2), σ. 135-139.
- Pierrick, M. (2006) “Underground planning and optimisation of the underground resources’ combination looking for sustainable development in urban areas”. Στο: *Interdisciplinary Workshop Going Underground: Excavating the Subterranean City*. Manchester, 21-22 September.
- Ping, Z., ...[και ά.] (2009) “On utilization of underground space to protect historical relics model”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 24 (3), σ. 245-249.
- Pliego, J.M. (2005) “Open session - The Gibraltar strait tunnel: An overview of the study process”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 20 (6), σ. 558-569.
- Poulios, N. (2009) “The psychology of living underground”. Διαθέσιμο στο: <http://www.terravivos.com/images/livingunderground.pdf> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

- Qian, Q.H. και Chen, Z.L. (1997) “The prospect of development and utilization of underground space in 21th century”. *Journal of Nanjing Engineering Institute*, 12 (3), σ. 1-8.
- Riera, P. και Pasqual, J. (2005) “Underground land values”. *Land Use Policy*, 22 (4), σ. 322-330.
- Robbins, R. (1995) “Boring under the channel: One perspective on the experience”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 10 (1), σ. 23-25.
- Robertson, D. (2007) “Ugly, unloved Doha sets out to charm the world of finance”. *The Times*, 30 October.
- Ronghua, Y.U., Zhilong, C. και Quanyi Y.E. (2012) “Review on the development of underground shopping mall in China”. *Studies in Sociology of Science*, 3 (1), σ. 7-11.
- Rönkä, K., Ritola, J. και Rauhala, K. (1998) “Underground space in land-use planning”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 13 (1), σ. 39-49.
- Samwel, D. (2003) “Perception and cognition”. Στο: Von Meijenfeldt, E., ...[και ά.] (επιμ.) *Below ground level: Creating New Spaces For Contemporary Architecture*. Berlin: Birkhäuser.
- Sillfors, M. (1998) *Water Management in Helsinki*. Διαθέσιμο στο: <http://www.valt.helsinki.fi/projects/enviro/articles/Hell.pdf> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].
- Skayannis, P. (2010) “Is urban underground space luxury? From infrastructures to subterranean structures”. Στο: 24<sup>th</sup> AESOP Congress *Space is Luxury*. Helsinki, 7-10 July.
- Spink, J. (1994) *Leisure and the environment*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Sterling, R.L. και Godard, J.P. (2002) “Geoengineering considerations in the optimum use of underground space”. *ITA-AITES Position Papers*. Διαθέσιμο στο: <http://www.ita-aites.org/index.php?id=64> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].
- Takashima, S. (2001) “Railway operators in Japan 2”. *Japan Railway and Transport Review*, 28, σ. 58-67.

Tareau, J.P. (1995) “Underground car parks”. *Tunnelling and Underground Technology*, 10 (3), σ. 299-305.

Thornton, R. (2011) *District energy: Local solution, global benefits*. Διαθέσιμο στο: <http://freshaireva.us/wp-content/uploads/2012/01/RobThortonpresentation.pdf> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Tollerup, L. (1993) “Stockholm builds a “snake” tunnel to avoid flooding and improve water quality”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 8 (4), σ. 425-427.

Tzouvadakis, I. και Batsos, D.V. (2007) “The aesthetics of the Athens metro stations”. Στο: 11<sup>th</sup> ACUUS Conference *Underground Space: Expanding the Frontiers*. Athens, 10-13 September.

United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division (2011) *Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development: An International Perspective*. Διαθέσιμο στο: <http://www.un.org/esa/population/publications/PopDistribUrbanization/PopulationDistributionUrbanization.pdf> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/ 2012].

Vähäaho, I. (2009) “Underground master plan of Helsinki: A city growing inside bedrock”. Helsinki: City of Helsinki.

Van Deelen, P. (2003) “Engineering”. Στο: Von Meijenfeldt, E. ...[και ά.] (επιμ.) *Below ground level: Creating new spaces for contemporary architecture*. Berlin: Birkhäuser.

Von Meijenfeldt, E. (2003) “Introduction”. Στο: Von Meijenfeldt, E., ...[και ά.] (επιμ.) *Below ground level: Creating new spaces for contemporary architecture*. Berlin: Birkhäuser.

Williams, K., Burton, E. και Jenks, M., (επιμ.) (2000) *Achieving sustainable urban form*. London: E & FN Spon.

World Future Society (1990) “Underground cities: Japan's answer to overcrowding”. *The Futurist*, 24 (4), σ. 29-33.

Xueyuan, H. και Yu, S. (1988) “The urban underground space environment and human performance”. *Tunnelling and Underground Technology*, 3 (2), σ. 193-200.

Zhao, J., Choa, V. και Broms, B. (2000) “Construction and utilization of rock caverns in Singapore part B: Development costs and utilization”. *Tunnelling and Underground Technology*, 11 (1), σ. 73-79.

Zhao, J., Shirlaw, N. και Krishnan, R. (2000) *Tunnels and Underground Structures*. Rotterdam: A.A. Balkema.

Zimmels, Y. ...[και ά.] (2006) “Underground disposal of hazardous waste in Israel: Design principles and conceptual approach”. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 21 (1), σ. 68-78.

### **ΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ**

Αττικό Μετρό ΑΕ (2012) Διαθέσιμο στο: <http://www.ametro.gr/page/> [Τελευταία πρόσβαση 26 Μαρτίου 2012].

ACUUS (2012) *What is ACUUS?* Διαθέσιμο στο: <http://www.acuus.qc.ca/> [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

AlpTransit Gotthard (2012) *The construction of the century takes shape*. Διαθέσιμο στο: <http://www.alptransit.ch/en/project.html> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/ 2012].

Bellerby, R. (2009) *Parts of a Medieval Castle: The Dungeon*. Διαθέσιμο στο: <http://rachel-bellerby.suite101.com/parts-of-a-medieval-castle-the-dungeon-a134802> [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

Berliner Unterwelten E.V. (2012) *Από την «Germania» στην πτώση*. Διαθέσιμο στο: <http://berliner-unterwelten.de/----.103.8.html> [Τελευταία πρόσβαση 12/09/2012].

Βικιπαίδεια (2012) *Ναός Αγίου Γεωργίου, Λαλιμπέλα*. Διαθέσιμο στο: [http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B1%CF%8C%CF%82\\_%CE%91%CE%B3%CE%AF%CE%BF%CF%85\\_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%BF%CF%85,%CE%9B%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B1](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9D%CE%B1%CF%8C%CF%82_%CE%91%CE%B3%CE%AF%CE%BF%CF%85_%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%BF%CF%85,%CE%9B%CE%B1%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CF%80%CE%AD%CE%BB%CE%B1) [Τελευταία πρόσβαση 8 Ιανουαρίου 2012].

Casson Mann (2012) *Churchill Museum*. Διαθέσιμο στο: <http://www.cassonmann.co.uk/museums/churchill-museum> [Τελευταία πρόσβαση 12/09/2012].



City of Helsinki (2009) *Technical services and utility tunnels in Helsinki: Reliable and optimized large-scale networks in bedrock*". Διαθέσιμο στο: <http://www.hel.fi/wps/wcm/connect/d9e392004e108611a79bbfc034b0c369/TECHNICAL+SERVICES+AND+UTILITY+TUNNELS+IN+HELSINKI.pdf?MOD=AJPERES&lmod=-305697205>

[Τελευταία πρόσβαση 15/09/ 2012].

Cooper Pedy (2011) *Opal capital of the world: History*. Διαθέσιμο στο: <http://www.cooperpedy.sa.gov.au/site/page.cfm?u=215>

[Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].

Decobook (2010) *Setenil: Κάτω από τους βράχους*. Διαθέσιμο στο: <http://www.decobook.gr/parousiaseis/xwros-architektoniki/534-setenil->

[Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

DBDH (2010) *District heating: Characteristics*. Διαθέσιμο στο: <http://www.dbdh.dk/artikel.asp?id=462&mid=24>

[Τελευταία πρόσβαση 17/09/ 2012].

Earth-House (2009) *Subcity*. Διαθέσιμο στο: <http://www.earth-house.com/html/subcity.html>

[Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].

eCO2 Solutions (2011) *Carpark emissions control system*. Διαθέσιμο στο: <http://www.eco2solutions.com.au/carpark%20emission%20control%20system.htm>

[Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].

Elsman, P. (2009) "Copenhagen district heating system". Copenhagen: [χ.ό.]. Διαθέσιμο στο: <http://www.copenhagenenergysummit.org/applications/Copenhagen.%20Denmark-District%20Energy%20Climate%20Award.pdf>

[Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Encyclopedia Britannica (2012) *Mount Cenis*. Διαθέσιμο στο: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/101908/Mount-Cenis>

[Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Eubanks, T.L. (2010) *Iceland Heritage*. Διαθέσιμο στο:

[http://tedeubanks.smugmug.com/Travel/Iceland/Iceland-Heritage/13921396\\_Tn4rKJ/16/1022170453\\_dkR8P#!i=1022170453&k=dkR8P](http://tedeubanks.smugmug.com/Travel/Iceland/Iceland-Heritage/13921396_Tn4rKJ/16/1022170453_dkR8P#!i=1022170453&k=dkR8P)

[Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

- Eurotrib (2006) *How Sweden deals with nuclear waste*. Διαθέσιμο στο: <http://www.eurotrib.com/story/2006/8/13/184016/739> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].
- ΕΡΓΟΣΕ (2012) *Νέα διπλή σιδ/κη γραμμή Τιθορέας – Λιανοκλαδίου – Δομοκού*. Διαθέσιμο στο: [http://www.ergose.gr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=156&Itemid=278](http://www.ergose.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=156&Itemid=278) [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].
- ESPN (2011) *18th European Symposium On Poultry Nutrition*. Διαθέσιμο στο: [http://www.espn2011.org/index.php?page=social\\_tour\\_5&lang=en](http://www.espn2011.org/index.php?page=social_tour_5&lang=en) [Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].
- Everyman's Prey (2010) *Tarras Moss & the March of the 500*. Διαθέσιμο στο: [http://www.everymansprey.com/March\\_of\\_the\\_500.htm](http://www.everymansprey.com/March_of_the_500.htm) [Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].
- Espuche, G.A. (1989) *Cours d'Estienne d'Orves*. Διαθέσιμο στο: <http://www.publicspace.org/en/works/z012-cours-d-estienne-d-orves> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].
- ΕΥΔΑΠ (2012) *Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Μεταμόρφωσης*. Διαθέσιμο στο: [http://www.eydap.gr/index.asp?a\\_id=206](http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=206) [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].
- eVolo (2010) *Eco-city inside a one kilometer crater in Siberia*. Διαθέσιμο στο: <http://www.evolo.us/architecture/eco-city-inside-a-one-kilometer-crater-in-siberia/> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].
- Footootjes (2009) *Panoramas made during a holiday tour through Tunisia*. Διαθέσιμο στο: [http://www.footootjes.nl/Panoramas\\_Tunisia\\_2009/Panoramas\\_Tunisia\\_2009.html](http://www.footootjes.nl/Panoramas_Tunisia_2009/Panoramas_Tunisia_2009.html) [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].
- Frearson, A. (2012) *Joanneum Museum extension by Nieto Sobejano Arquitectos and eep architecten*. *De Zeen Magazine*, 2 Jan. Διαθέσιμο στο: <http://www.dezeen.com/2012/01/02/joanneum-museum-extension-by-nieto-sobejano-arquitectos-and-eep-architekten/> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].
- Gelinas, N. (2007) "Lessons of Boston's big dig". *City Journal*. Διαθέσιμο στο: [http://www.city-journal.org/html/17\\_4\\_big\\_dig.html](http://www.city-journal.org/html/17_4_big_dig.html) [Τελευταία πρόσβαση 08/09/2012].

Google Image. Διαθέσιμο στο:

[http://www.google.gr/imgres?hl=el&biw=1280&bih=608&gbv=2&tbn=isch&tbnid=93oqhZKmy5OFyM:&imgrefurl=http://reg.gsapubs.org/content/19/31/F5.expansion.html&docid=vaLMg9wSFvu6yM&itg=1&imgurl=http://reg.gsapubs.org/content/19/31/F5.1arge.jpg&w=650&h=307&ei=SPCeT4v\\_OaWB4gSqtZmqDg&zoom=1&iact=hc&vpx=551&vpy=165&dur=663&hovh=154&hovw=327&tx=128&ty=59&sig=115433679249675273393&page=1&tbnh=82&tbnw=174&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:3,s:0,i:69](http://www.google.gr/imgres?hl=el&biw=1280&bih=608&gbv=2&tbn=isch&tbnid=93oqhZKmy5OFyM:&imgrefurl=http://reg.gsapubs.org/content/19/31/F5.expansion.html&docid=vaLMg9wSFvu6yM&itg=1&imgurl=http://reg.gsapubs.org/content/19/31/F5.1arge.jpg&w=650&h=307&ei=SPCeT4v_OaWB4gSqtZmqDg&zoom=1&iact=hc&vpx=551&vpy=165&dur=663&hovh=154&hovw=327&tx=128&ty=59&sig=115433679249675273393&page=1&tbnh=82&tbnw=174&start=0&ndsp=18&ved=1t:429,r:3,s:0,i:69)  
[Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Good Design (2010) *GOOD design daily: An underground Siberian eco-city*. Διαθέσιμο στο: <http://www.good.is/post/good-design-daily-an-underground-siberian-eco-city/>  
[Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

Green Roofs (2010) *Nine houses, Dietikon*. Διαθέσιμο στο: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=354> [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

Hamilton, R. (2007) *Africa and Europe set for tunnel link*. Διαθέσιμο στο: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/6442697.stm> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/ 2012].

Hammel, K. (2010) *871, The Settlement Museum in Reykjavik*. Διαθέσιμο στο: <http://www.whygoiceland.com/871-the-settlement-museum.html> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Hammond, M. (2008) *New underground city planned for Amsterdam*. Διαθέσιμο στο: [http://www.worldarchitecturenews.com/index.php?fuseaction=wanappln.projectview&upload\\_id=1940](http://www.worldarchitecturenews.com/index.php?fuseaction=wanappln.projectview&upload_id=1940) [Τελευταία πρόσβαση 12/09/2012].

History Channel (2007) *Dracula's underground*. Διαθέσιμο στο: <http://www.youtube.com/watch?v=LRP7DcJFtyk> [Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].

HSY (2012) *Delivering water services of the highest quality*. Διαθέσιμο στο: <http://www.hsy.fi/en/waterservices/Pages/default.aspx> [Τελευταία πρόσβαση 13/09/2012].

Hunt Midwest Enterprises (2009) *SubTropolis*. Διαθέσιμο στο: <http://www.huntmidwest.com/subtropolis/what.html> [Τελευταία πρόσβαση 12/09/2012].

- Imperial War Museum (2011) *The Churchill Museum*. Διαθέσιμο στο: <http://www.iwm.org.uk/exhibitions/churchill-war-rooms/the-churchill-museum> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].
- Instant Fundas (2008) *The underground houses of Coober Pedy*. Διαθέσιμο στο: <http://35mm.instantfundas.com/2008/11/underground-houses-of-coober-pedy.html> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].
- INTP central (2007) *Artist's impression of the Gjovik Olympic Mountain Hall*. Διαθέσιμο στο: <http://forums.intpcentral.com/showthread.php?25209-Beautiful-Buildings/page17> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].
- ITA (2011) *What is ITA?* Διαθέσιμο στο: <http://www.ita-aites.org/index.php?id=9> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].
- JR-Hokkaido Hakodate Branch (2007) *Seikan tunnel knowledge*. Διαθέσιμο στο: [http://jr.hakodate.jp/global/english/train/tunnel/tunnel\\_omosiro.htm](http://jr.hakodate.jp/global/english/train/tunnel/tunnel_omosiro.htm) [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].
- Καραμανίδου, Χ. (2009) «Coober Pedy: Ο υπόγειος υπερσύγχρονος κόσμος της Αυστραλίας φιλοξενεί Έλληνες». *Voria.gr*, 5/12/2009. Διαθέσιμο στο: <http://www.voria.gr/index.php?module=news&func=display&sid=6531> [Τελευταία πρόσβαση 21/08/2012].
- KB International LLC (2010) *Big Dig Boston*. Διαθέσιμο στο: <http://www.kbtech.com/www/docs/185.337> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].
- Knodell, J. (2008) *The Montreal underground. It's another world down there*. Διαθέσιμο στο: <http://jonjenmontreal.wordpress.com/2008/11/20/the-montreal-underground-its-another-world-down-there/> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].
- London Transport Museum (2007) *Photographs*. Διαθέσιμο στο: [http://www.ltmcollection.org/photos/photo/photo.html?\\_IXMAXHITS\\_=1&\\_IXSR\\_=QYm\\_jmNMsnN&IXsummary=dates/decade&IXfromdate=1850&IXtodate=1899&\\_IXFIRST\\_=98&IXenlarge=i000036t](http://www.ltmcollection.org/photos/photo/photo.html?_IXMAXHITS_=1&_IXSR_=QYm_jmNMsnN&IXsummary=dates/decade&IXfromdate=1850&IXtodate=1899&_IXFIRST_=98&IXenlarge=i000036t) [Τελευταία πρόσβαση 11/09/ 2012].
- Made Man (2008) *Qatar plans the world's first underground stadium*. Διαθέσιμο στο: <http://www.mademan.com/qatar-plans-the-worlds-first-underground-stadium/> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Michler, A. (2012) *Mecanoo's TU Delft library crowned with a massive green roof*. Διαθέσιμο στο: <http://inhabitat.com/mecanoos-tu-delft-library-crowned-with-a-massive-green-roof/tu-delft-library-3/?extend=1> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

Μονοπάτι μας, το (2011) *Ευπαλίνειο όρυγμα*. Διαθέσιμο στο: <http://tomonopatimou.blogspot.com/2011/01/eupalinous-tunnel.html> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Montreal-Underground (2012) *Underground city*. Διαθέσιμο στο: <http://www.montreal-underground.com/?s=UNDERGROUND+&search=> [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

Nadis, S. (2010) *SubTropolis, U.S.A.* Διαθέσιμο στο: <http://www.theatlantic.com/magazine/archive/2010/05/subtropolis-usa/308033/> [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

Ong, M. (2011) *Travel tips: Shanghai museum in China* Διαθέσιμο στο: [http://lense.mycharminggirl.com/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://lense.mycharminggirl.com/2011_10_01_archive.html) [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

Oracle Education Foundation (2011) *The towers: Chapel, prison, and bedroom*. Διαθέσιμο στο: <http://library.thinkquest.org/10949/fief/lotower.html> [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Pearman, H. (2006) *Alain de Botton and the psychology of architecture*. Διαθέσιμο στο: <http://www.hughpearman.com/2006/12.html> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

Perrault, D. (2010) *Ewha woman's university*. Διαθέσιμο στο: <http://www.arcspace.com/architects/perrault/ewu/ewu.html> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Reese, J. (2011) *The Louvre: Do you suffer from MLS?* Διαθέσιμο στο: <http://www.blog.france.co.nz/> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

Rowland Design (2012) *Hanover college the underground*. Διαθέσιμο στο: <http://www.rowlanddesign.com/expertise/higher-education/the-underground/> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Sacred Destinations (2009) *The treasury, Petra*. Διαθέσιμο στο: <http://www.sacred-destinations.com/jordan/petra-treasury> [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

Select Stone (2010) *Anasazi ruins*. Διαθέσιμο στο: <http://www.selectstone.com/historic-masonry/anaszi-ruins/> [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

Springfield Underground (2011) *Available space*. Διαθέσιμο στο: <http://www.springfieldunderground.com/available-space/> [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].

Subtropolis Project (2010) *Kansas's city*. Διαθέσιμο στο: [http://www.transglobalco.com/locations/kansas\\_city.html](http://www.transglobalco.com/locations/kansas_city.html) [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Swarovski Kristallwelten (2012) Διαθέσιμο στο: [http://kristallwelten.swarovski.com/Content.Node/pics-and-more/events-bilder/events\\_pictures1.php](http://kristallwelten.swarovski.com/Content.Node/pics-and-more/events-bilder/events_pictures1.php) [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].

Talking Pyramids (2012) *Giza plateau*. Διαθέσιμο στο: <http://www.talkingpyramids.com/giza/> [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].

“The conservative tree house” (2011). Διαθέσιμο στο: [http://theconservativetreehouse.files.wordpress.com/2011/03/nuclear\\_reactor1.png](http://theconservativetreehouse.files.wordpress.com/2011/03/nuclear_reactor1.png) [Τελευταία πρόσβαση 12/09/2012].

Transport for London (2010). Διαθέσιμο στο: <http://www.tfl.gov.uk/> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

Trip Advisor (2011) *Coober Pedy*. Διαθέσιμο στο: [http://www.tripadvisor.com.gr/Tourism-g255094-Coober\\_Pedy\\_South\\_Australia-Vacations.html](http://www.tripadvisor.com.gr/Tourism-g255094-Coober_Pedy_South_Australia-Vacations.html) [Τελευταία πρόσβαση 15/09/2012].

Tunnel Talk (2001) *Iconic underground structures*. Διαθέσιμο στο: <http://www.tunneltalk.com/Discussion-Forum-Sep10-Iconic-underground-structures.php> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Universalmuseum Joanneum Press (2011) *The Joanneum Quarter project 1997-2011*. Διαθέσιμο στο: [http://www.museum-joanneum.at/upload/file/Joanneum\\_Quarter.pdf](http://www.museum-joanneum.at/upload/file/Joanneum_Quarter.pdf) [Τελευταία πρόσβαση 10/09/2012].]

United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Population Division (2010) *World population prospects: The 2009 revision: Executive summary*. Διαθέσιμο στο: [http://esa.un.org/unpd/wup/Analytical-Figures/Fig\\_10.htm](http://esa.un.org/unpd/wup/Analytical-Figures/Fig_10.htm) [Τελευταία πρόσβαση 16/09/2012].

UTS (2010) *Multi-purpose sports hall*. Διαθέσιμο στο: <http://www.fmu.uts.edu.au/masterplan/projects/mpsh.html> [Τελευταία πρόσβαση 11/09/2012].

Walat, T. (2011) *Digging deep for a better life*. Διαθέσιμο στο: <http://www.presseurop.eu/en/content/article/600091-digging-deep-better-life> [Τελευταία πρόσβαση 17/09/2012].

Waterfield, B. (2008) “New underground city planned for Amsterdam”. *The Telegraph*, 08 Feb. Διαθέσιμο στο: <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/1578139/New-underground-city-planned-for-Amsterdam.html> [Τελευταία πρόσβαση 15/09/ 2012].

Wikimedia (2007) *Seikan tunnel profile diagram*. Διαθέσιμο στο: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seikan\\_Tunnel\\_profile\\_diagram.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Seikan_Tunnel_profile_diagram.svg) [Τελευταία πρόσβαση 14/09/2012].

Wikipedia (2012a) *Cities of the underworld*. Διαθέσιμο στο: [http://en.wikipedia.org/wiki/Cities\\_of\\_the\\_Underworld](http://en.wikipedia.org/wiki/Cities_of_the_Underworld) [Τελευταία πρόσβαση 3 Φεβρουαρίου 2012].

Wikipedia (2012b) *Channel tunnel geological profile*. Διαθέσιμο στο: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Channel\\_Tunnel\\_geological\\_profile\\_1.svg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Channel_Tunnel_geological_profile_1.svg) [Τελευταία πρόσβαση 14 Φεβρουαρίου 2012].

Zey, M. (1997) “The macroindustrial era: A new age of abundance and prosperity”. *The Futurist*, 31 (2). Διαθέσιμο στο: <URL: [http://www.zey.com/Featured\\_2.htm](http://www.zey.com/Featured_2.htm) [Τελευταία πρόσβαση 13/09/ 2012].