



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Ερευνητική Εργασία

**“Η Βραχύβια Αρχιτεκτονική,
Προβληματισμοί Σχετικά με τη Σύγχρονη Δόμηση”**

Παναγιώτης Μάρκου

Επιβλέπων:

Κωνσταντίνος Ουγγρίνης

Σύνεπιβλέπουσα:

Βαρβάρα Χαραλαμπίδη

Χανιά, 2017

Παναγιώτης Μάρκου
Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Ουγγρίνης
Σύνεπιβλέπουσα: Βαρβάρα Χαραλαμπίδη

Η Βραχύβια Αρχιτεκτονική

Προβληματισμοί σχετικά με τη σύγχρονη δόμηση

Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Χανιά 2017

Εξεταστική Επιτροπή

- **Ουγγρίνης Κωνσταντίνος-Αλκέτας**, Επιβλέπων
Ερευνητικής Εργασίας
Αναπληρωτής Καθηγητής Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Πολυτεχνείου Κρήτης
- **Χαραλαμπίδη Βαρβάρα**, Σύνεπιβλέπουσα Ερευνητικής
Εργασίας
Διδάσκουσα της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Πολυτεχνείου Κρήτης
- **Προβιδάκης Κωνσταντίνος**, Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής
Καθηγητής, Κοσμήτορας της Σχολής Αρχιτεκτόνων
Μηχανικών Πολυτεχνείου Κρήτης
- **Σταυρουλάκη Μαρία**, Μέλος Εξεταστικής Επιτροπής
Επίκουρη Καθηγήτρια Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Πολυτεχνείου Κρήτης

Ημερομηνία Παρουσίασης Εργασίας: 05/07/2017

Περιεχόμενα

Εξεταστική Επιτροπή	5
Περιεχόμενα	7
Περίληψη	8
Ευχαριστίες	9
Εισαγωγή	10
Ηθελημένη Βραχύβια Δόμηση	11
Σύγχρονη Δόμηση	14
Τα Σύγχρονα Συμβατικά Υλικά	17
Αθέλητη & Εμμέσως Επιβεβλημένη Βραχύβια Δόμηση	21
Απόρροιες της Βραχύβιας Δόμησης	29
Προβληματισμοί Σχετικά με τη Σύγχρονη Δόμηση Συγκριτικά με αυτή του Παρελθόντος	39
Νέες προοπτικές	43
Συμπεράσματα	54
Βιβλιογραφία	57

Περίληψη

Στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής εργασίας μελετάται η διάρκεια ζωής των σύγχρονων κατασκευών σε σύγκριση με αυτές του προβιομηχανικού παρελθόντος. Η εν λόγω διάρκεια, που δυννητικά επιλέγεται εξ αρχής κατά το σχεδιασμό από τον μελετητή μηχανικό, είναι πεπερασμένη, καθώς ορίζεται με τον τρόπο αυτό κατά προσέγγιση η χρονική στιγμή κατά την οποία οι κατασκευές θα παρουσιάσουν μη αναστρέψιμες αστοχίες στο δομικό τους φορέα. Η σχεδιασμένη αχρήστευση (planned obsolescence) και η απαξίωση λόγω παλαίωσης (perceived obsolescence), που παρατηρούνται στο δυτικό κόσμο από το πρώτο μισό του 20ου αιώνα και αποτελούν πλέον τη βάση της οικονομίας των κρατών του, εντάσσονται σε ένα διευρυμένο πλαίσιο που περιλαμβάνει εκτός των αρχιτεκτονικών δομών, όλες τις κλίμακες σχεδιασμού.

Κατά τη μελέτη, γίνεται αρχικά μια σύγκριση των δομών της προγραμματισμένης αχρήστευσης με τις λυόμενες ελαφρές κατασκευές αφού αμφότερες έχουν βραχεία διάρκεια ζωής. Επιπλέον, αναλύονται τα αίτια της βραχύβιας δόμησης τα οποία εκτείνονται πέραν των ιδιοτήτων των υλικών που τις απαρτίζουν. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της βραχύβιας δόμησης σε οικονομικό, κοινωνικό, πολιτιστικό, περιβαλλοντικό και ενεργειακό επίπεδο ενώ τέλος, παρατίθενται ορισμένες προτάσεις αντιμετώπισης αντλούμενες από τη βιβλιογραφία, τόσο θεωρητικές όσο και πειραματικές, καθώς και προτάσεις που εφαρμόζονται ήδη επιτυχώς κατά τόπους στο εξωτερικό.

Στόχος της μελέτης είναι η ανάπτυξη προβληματισμών σχετικά με το επικρατούν μοντέλο δόμησης, μέσα από τη σύγκρισή του με αυτό του παρελθόντος. Η σύγκριση αυτή αφορά όλες τις πτυχές της δόμησης, όπως τα αρχιτεκτονικά ρεύματα, τα δομικά συστήματα και τα οικοδομικά υλικά.

Ευχαριστίες

Για την αποπεράτωση της μελέτης συνέδραμαν πλήθος ανθρώπων, έκαστος με τον δικό του τρόπο. Αρχικά, θα επιθυμούσα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα διδάσκοντα Κωνσταντίνο Ουγγρίνη, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης, για την πολύτιμη συνεισφορά του στην εργασία. Καθοριστικής σημασίας ήταν η συμβολή της συνεπιβλέπουσας Βαρβάρας Χαραλαμπίδη, Δρ. Πολιτικού Μηχανικού και διδάσκουσας της Σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πολυτεχνείου Κρήτης, στην επίβλεψη και καθοδήγηση της μελέτης στο σύνολό της, αλλά και της ενθάρρυνσής της για την ενασχόλησή μου με το συγκεκριμένο θέμα. Πολύτιμες συμβουλές δέχθηκα και από ακαδημαϊκούς επιστήμονες άλλων τμημάτων όταν η έρευνα με οδήγησε σε κλάδους πέραν αυτού της αρχιτεκτονικής. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Θεοχάρη Τσούτσο, Καθηγητή της Σχολής Μηχανικών Περιβάλλοντος του Πολυτεχνείου Κρήτης, για τη συνεισφορά του σε περιβαλλοντικά και ενεργειακά θέματα, καθώς και θέματα βιώσιμης ανάπτυξης και τον κ. Δημήτρη Πατέλη, Αναπληρωτή Καθηγητή του Γενικού Τμήματος του Πολυτεχνείου Κρήτης, για τις συμβουλές του περί των κοινωνικών προβλημάτων και προβληματισμών που το θέμα της μελέτης ανέγειρε. Επίσης, στη μελέτη συνέβαλαν και οι ενδιαφέρουσες συζητήσεις και συμβουλές του κ. Νίκου Μαρσέλλου, Πολιτικού Μηχανικού, συντάκτη του ΚΤΣ 2016. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον στενό μου οικογενειακό κύκλο για την υποστήριξή του στο ευρύτερο πλαίσιο των σπουδών μου και στις επιλογές μου γενικότερα.

Εισαγωγή

Η εποχή του Μεσοπολέμου αποτελεί τομή στη λογική του σχεδιασμού (design). Μέχρι αυτήν, οι μηχανικοί και οι σχεδιαστές είχαν ως στόχο το σχεδιασμό προϊόντων μακράς διάρκειας ζωής, μέσα από την εφαρμογή της τεχνολογίας και των σύγχρονων υλικών, αναζητώντας την αφθαρσία και την αιωνιότητα. Παράλληλα, στον τομέα της Αρχιτεκτονικής, τα τοπικά κατασκευαστικά συνεργεία δομούσαν κτίρια με αόριστη διάρκεια ζωής στοχεύοντας στη μακρά διάρκεια ζωής της κατασκευής.¹ Η αναζήτηση αυτή πραγματοποιούνταν στα πλαίσια των γενικότερων αντιλήψεων της εποχής και του τρόπου ζωής.

Η σύγχρονη εποχή, σε αντίθεση με αυτή του παρελθόντος, χαρακτηρίζεται από γρήγορους ρυθμούς ζωής και διαρκείς μεταβολές σε όλες τις πτυχές της. Η επαγγελματική ενασχόληση των ανθρώπων, ο τρόπος κατοικίας τους, ο τρόπος ένδυσης, διασκέδασης και επικοινωνίας, μετατράπηκαν από πάγια μεγέθη σε μεταβλητά. Σε μια τέτοια κοινωνία οι αντιλήψεις περί αιώνιου και αφθάρτου σχεδιασμού δεν είχαν ανταπόκριση. Στην κατεύθυνση επομένως αυτή κινήθηκε και ο κλάδος της Αρχιτεκτονικής, η οποία απέκτησε έναν εφήμερο χαρακτήρα, αφού τα κτίρια του τελευταίου αιώνα κατά κανόνα παρατηρείται ότι έχουν μικρότερη διάρκεια ζωής από τα προγενέστερα, αντίστοιχης χρήσης και σπουδαιότητας.

Η μελέτη εστιάζει σε όλους τους παράγοντες που είναι ικανοί να μετατρέψουν τη δόμηση σε βραχύβια, καθώς και σε όλα τα πιθανά επακόλουθα που δημιουργεί η εφαρμογή της. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για τη συγγραφή της εργασίας είναι η βιβλιογραφική έρευνα τόσο σε ακαδημαϊκά και επιστημονικά συγγράμματα, όσο και σε επίκαιρες επιστημονικές δημοσιεύσεις διεθνούς εμβέλειας. Η αξιολόγηση των πληροφοριών προήλθε μέσα από κριτική αξιολόγηση των πηγών, συναρτήσεως παραδειγμάτων εφαρμογής. Εξαιτίας του ευρέος και διεπιστημονικού φάσματος που καλύπτει το θέμα της παρούσας μελέτης, πραγματοποιήθηκε έρευνα και εκτός του πεδίου της αρχιτεκτονικής, σε αντικείμενα άλλων επιστημονικών και επαγγελματικών ειδικοτήτων.

¹ Για παράδειγμα, οι στέγες που εντοπίζονται στην Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική του Ελλαδικού χώρου είναι κατά κανόνα υπερστατικοί φορείς. Έτσι, κατά τη μελλοντική αστοχία ορισμένων ζευκτών, η στέγη θα παραμείνει ακέραια.

Ηθελημένη Βραχύβια Δόμηση

Ο όρος "βραχύβιος" αποτελεί μια έννοια που προσδιορίζει ότι κάποιος ή κάτι έχει σύντομη διάρκεια ζωής.² Συνεπώς θα ήταν δόκιμο να ειπωθεί ότι με τον όρο "Βραχύβια Αρχιτεκτονική" νοείται το σύνολο των κατασκευών που η διάρκεια ζωής τους είναι σχετικά μικρή³. Τέτοιες κατασκευές εντοπίζονται σε όλες τις ιστορικές περιόδους και αναφέρονται ως επί το πλείστον σε λυόμενες ελαφρές κατασκευές, οι οποίες στέγαζαν κάποια χρήση, για τη χρονική διάρκεια που οι εκάστοτε συνθήκες επέβαλλαν. Για την επιτυχή εφαρμογή των δομών αυτών, τα επιμέρους μέλη της κατασκευής όφειλαν να είναι χαμηλού βάρους, να μπορούν να μεταφερθούν σχετικά εύκολα και να καθιστούν εύκολη την επί τω έργω συναρμολόγηση.⁴

Εξαιτίας αυτών των χαρακτηριστικών, η βραχύβια δόμηση χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα κατά το προβιομηχανικό παρελθόν από τους νομαδικούς λαούς. Η νομαδική κατοίκηση αποτέλεσε τον πρωταρχικό τρόπο κατοίκησης για τον άνθρωπο και οι λυόμενες φορητές κατασκευές ανάγουν τις απαρχές τους σε αυτή. Παρά τις διαφορετικές κατά τόπους κλιματολογικές, γεωμορφολογικές και ιστορικές συνθήκες και συγκυρίες, οι νομάδες στο σύνολό τους εφήρμοσαν παρεμφερείς κατασκευαστικές τεχνικές (εικόνα 1 & εικόνα 2). Εν αντιθέσει των μόνιμα εγκατεστημένων πληθυσμών, οι νομάδες δεν διέθεταν ούτε έδαφος ούτε κεφάλαιο, με αποτέλεσμα να είναι πάντα ξένοι στους τόπους εγκατάστασής τους.⁵

Η βραχύβια δόμηση εκτός από τους νομαδικούς λαούς χρησιμοποιήθηκε και από τους μόνιμα εγκατεστημένους πληθυσμούς ιδίως μετά τη βιομηχανική επανάσταση, για τη στέγαση εφήμερων χρήσεων σε ιδιωτικό ή δημόσιο χώρο. Οι χρήσεις αυτές ποικίλαν ανάλογα τον φορέα (φυσικό ή νομικό πρόσωπο) και την κλίμακα της επέμβασης. Ως εκ τούτου, το εύρος των χρήσεων ήταν ιδιαίτερα διευρυμένο από την προσαρμογή ελαφρών συστημάτων σε κατοικίες, όπως συστήματα σκιασμού, έως τον σχεδιασμό εφήμερων έργων κολοσσιαίων διαστάσεων, όπως το Crystal Palace στο Λονδίνο (εικόνα 3) ή ο πύργος του Άιφελ στο Παρίσι (εικόνα 4). Αμφότερα τα έργα αυτά σχεδιάστηκαν για να στεγάσουν διεθνείς

²Μπαμπινιώτης Γεώργιος Δ., *Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας*, Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ., Αθήνα, 2002

³Η μικρή σχετικά διάρκεια ζωής αναφέρεται σε σχέση με δομές αντίστοιχης χρήσης και σπουδαιότητας. Δεν μπορεί όμως να προσδιοριστεί χρονικά, αφού η κάθε δομή κατασκευάζεται κάτω από εντελώς διαφορετικές συνθήκες (κλίμα, υλικά, αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, εμπειρία τεχνίτη, κλίμακα κτλ).

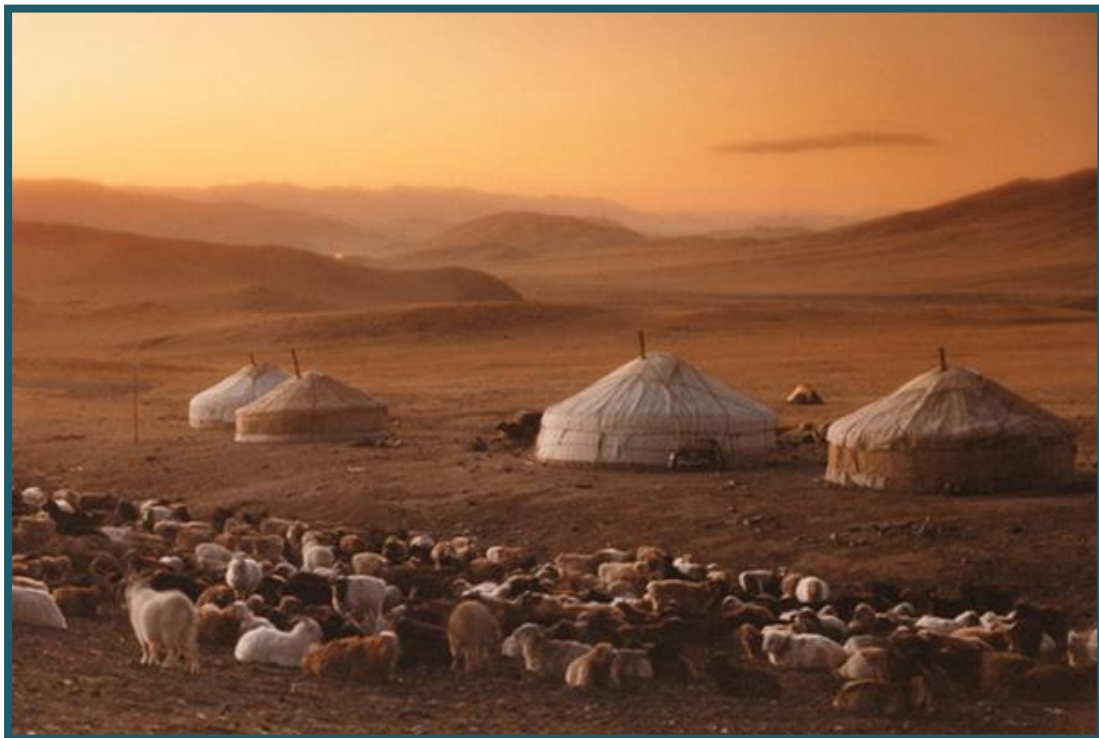
⁴Ηλιόπουλος Βασίλης, *Ελαφριές Μεταβλητές Κατασκευές*, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα, 1993

⁵Γερακίου Καλλιόπη, Ντονοπούλου Εύα, *Αρχιτεκτονική και φορητή κατοικία*, Ερευνητική Εργασία, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2006

εκθέσεις για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μετά το πέρας του οποίου θα λύνονταν και θα μεταφέρονταν αλλού.



Εικόνα 1. Ινδιάνικο Tipi (<http://people.ucls.uchicago.edu>)



Εικόνα 2. Μογγολικό Yurt (<http://www.simplyyurts.co.uk>)

Στη περίπτωση του Πύργου του Άιφελ βέβαια, δεν απομακρύνθηκε όπως αρχικά είχε σχεδιαστεί, εξαιτίας τεχνικών και οικονομικών παραγόντων.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η διάρκεια ζωής της εκάστοτε κατασκευής καθορίζονταν εξαρχής από τον χρήστη ή τον σχετικό για το έργο αρμόδιο φορέα. Όταν οι συνθήκες μεταβάλλονταν, ήταν στην ευχέρεια του ιδιοκτήτη - χρήστη η λύση της κατασκευής και η μεταφορά της σε ευνοϊκότερα περιβάλλοντα.



Εικόνα 3. Crystal Palace, 1851, Ηνωμένο Βασίλειο (<https://gr.pinterest.com>)



Εικόνα 4. Eiffel Tower, 1889, Γαλλία (<http://www.picswalls.com>)

Σύγχρονη Δόμηση

Είναι γεγονός ότι μετά την εδραίωση της βιομηχανικής επανάστασης, τα υλικά και οι μέθοδοι δόμησης άλλαξαν. Ο 19^{ος} αιώνας χαρακτηρίζεται από μία ατέρμονη ανοικοδόμηση, κατά την οποία τα ανεγερθέντα κτίρια πιθανόν να υπερτερούν αριθμητικά έναντι αυτών που οικοδομήθηκαν όλους τους προηγούμενους αιώνες μαζί.⁶ Οι αλλαγές που σημειώθηκαν έγκεινται στις νέες ανάγκες των ανθρώπων που δημιούργησε η βελτίωση του βιοτικού τους επιπέδου, σε συνδυασμό με τις νέες βελτιωμένες ιδιότητες που παρείχαν τα βιομηχανικά παραγόμενα υλικά. Ήδη από το πρώτο μισό του 20^{ου} αιώνα, τόσο στον ευρωπαϊκό όσο και ελληνικό χώρο σημειώθηκε η βαθμιαία αντικατάσταση των παραδοσιακών υλικών του λίθου, του οπτόπλινθου και του ξύλου, από το οπλισμένο σκυρόδεμα και το χάλυβα.⁷ Μολονότι η αλλαγή έγινε σε βάθος χρόνου, η μεταβολή της φιλοσοφίας δόμησης αποτέλεσε τομή στην ιστορία της αρχιτεκτονικής καθώς και τα τρία αυτά παραδοσιακά υλικά χρησιμοποιούνταν επί χιλιετίες, ανά περίπτωση, ανάγοντας τις καταβολές τους στις πρωταρχικές μορφές μόνιμης κατοίκησης.⁸

Σε αυτήν τη μεταβολή συνέβαλλε ιδιαίτερα το μοντέρνο κίνημα, από τη λήξη του Α' Παγκοσμίου Πολέμου και για πολλές ακόμα δεκαετίες, το οποίο προωθούσε τα τότε σύγχρονα υλικά. Παράλληλα έθεσε νέες σχεδιαστικές αντιλήψεις σχετικά με τη διαδικασία και το περιεχόμενο της αρχιτεκτονικής σύνθεσης, ερχόμενο έτσι σε ρήξη με το αρχιτεκτονικό παρελθόν. Στη σχολή του Bauhaus εξάλλου, το μάθημα της Ιστορίας της Τέχνης και της Αρχιτεκτονικής είχε αφαιρεθεί από το πρόγραμμα σπουδών έτσι ώστε η σχεδιαστική μεθοδολογία των σπουδαστών να αποκοπεί από αυτή του παρελθόντος.⁹

Παρά το θεωρητικό υπόβαθρο που διακρίνει τους δημιουργούς του, το μοντέρνο κίνημα ως διεθνές στυλ αποπειράθηκε να εφαρμοστεί σε όλα τα μήκη και πλάτη της γης αδιαφορώντας τόσο για την παράδοση και τη συλλογική μνήμη όσο και για τις κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Τα δε υλικά που προώθησε χρησιμοποιούνται ακόμα και σήμερα τόσο από τις ανεπτυγμένες όσο και από τις αναπτυσσόμενες χώρες.

⁶Gombrich E.H., *Το Χρονικό της Τέχνης*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, 2010

⁷Τα υλικά αυτά έκαναν την εμφάνισή τους ήδη από το δεύτερο μισό του 19ου αιώνα στην οικοδομή, όμως η χρήση τους ήταν περιορισμένη σε τεχνικά έργα, και ειδικής χρήσης κτίρια.

⁸Μπούρας Χαράλαμπος Θ., *Μαθήματα Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής*, Πρώτος Τόμος, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1999

⁹Watkin David, *Ιστορία της Δυτικής Αρχιτεκτονικής*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, 2009

Η Ελλάδα όχι μόνο δεν θεωρείται εξαίρεση αλλά αποτελεί παράδειγμα του κανόνα καθώς το πρόσκαιρο οικονομικό όφελος της χρήσης των νέων υλικών επισκίασε την όποια ανάγκη διατήρησης της τοπικής ταυτότητας. Με τον νόμο 3741/1929¹⁰, σχετιζόμενο με την οριζόντια ιδιοκτησία, εγκαινιάζεται μια νέα περίοδος οικοδομικής πρωτοφανούς ανάπτυξης για τον ελληνικό κόσμο. Κατά την περίοδο 1928 – 1937 το σύνολο των ανεγειρόμενων οικοδομών έφτασε από το 3.0% στο 14.2%. Κατά τη μεταπολεμική περίοδο η οικοδομική δραστηριότητα αυξήθηκε ενώ περιορίστηκε δραματικά ο ρόλος και η παρουσία του αρχιτέκτονα.¹¹ Αρχικά στη πρωτεύουσα, εν συνεχεία στις μεγαλουπόλεις της επαρχίας και τέλος στο σύνολο της ελληνικής επικράτειας, εμφανίστηκαν πολυκατοικίες από οπλισμένο σκυρόδεμα το σύνολο των οποίων διαμόρφωσε την εικόνα των ελληνικών πόλεων και οικισμών (εικόνα 5). Η πρωτοφανής αυτή οικοδομική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε τόσο νομίμως σε εντός σχεδίου αστική γη όσο και παρανόμως σε εκτός σχεδίου. Στη δεύτερη περίπτωση το κράτος έδωσε τη δυνατότητα νομιμοποίησης των κτιρίων αυτών κατόπιν δήλωσής τους και την ένταξή τους στον αστικό ιστό με την εκ των υστέρων επέκταση των σχεδίων της εκάστοτε πόλεως.¹²

Η προαναφερθείσα κατάσταση αναπαράγεται μέχρι σήμερα καθώς κατά κανόνα η εκτός σχεδίου δόμηση προηγείται του σχεδίου επέκτασής της ενώ η οικοδομική δραστηριότητα συνέχισε ανθηρή έως και τη δεκαετία του 2000 μέχρι την εμφάνιση της διεθνούς οικονομικής κρίσης. Ίδια παραμένουν και τα οικοδομικά υλικά των νέων κατασκευών δηλαδή το οπλισμένο σκυρόδεμα και ο δομικός χάλυβας.

¹⁰ΦΕΚ 4Α/1929

¹¹Φιλιππίδης Δημήτρης, *Νεοελληνική Αρχιτεκτονική*, Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα, 1984

¹²Καρύδης Δημήτρης Ν., *Τα Επτά Βιβλία της Πολεοδομίας*, Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2008



Εικόνα 5. Πολυκατοικία στη Ζαΐμη - Στουρνάρη, 1933. (Πηγή: Φιλυπίδης Δημήτρης, *Νεοελληνική Αρχιτεκτονική*, Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα, 1984)

Τα Σύγχρονα Συμβατικά Υλικά

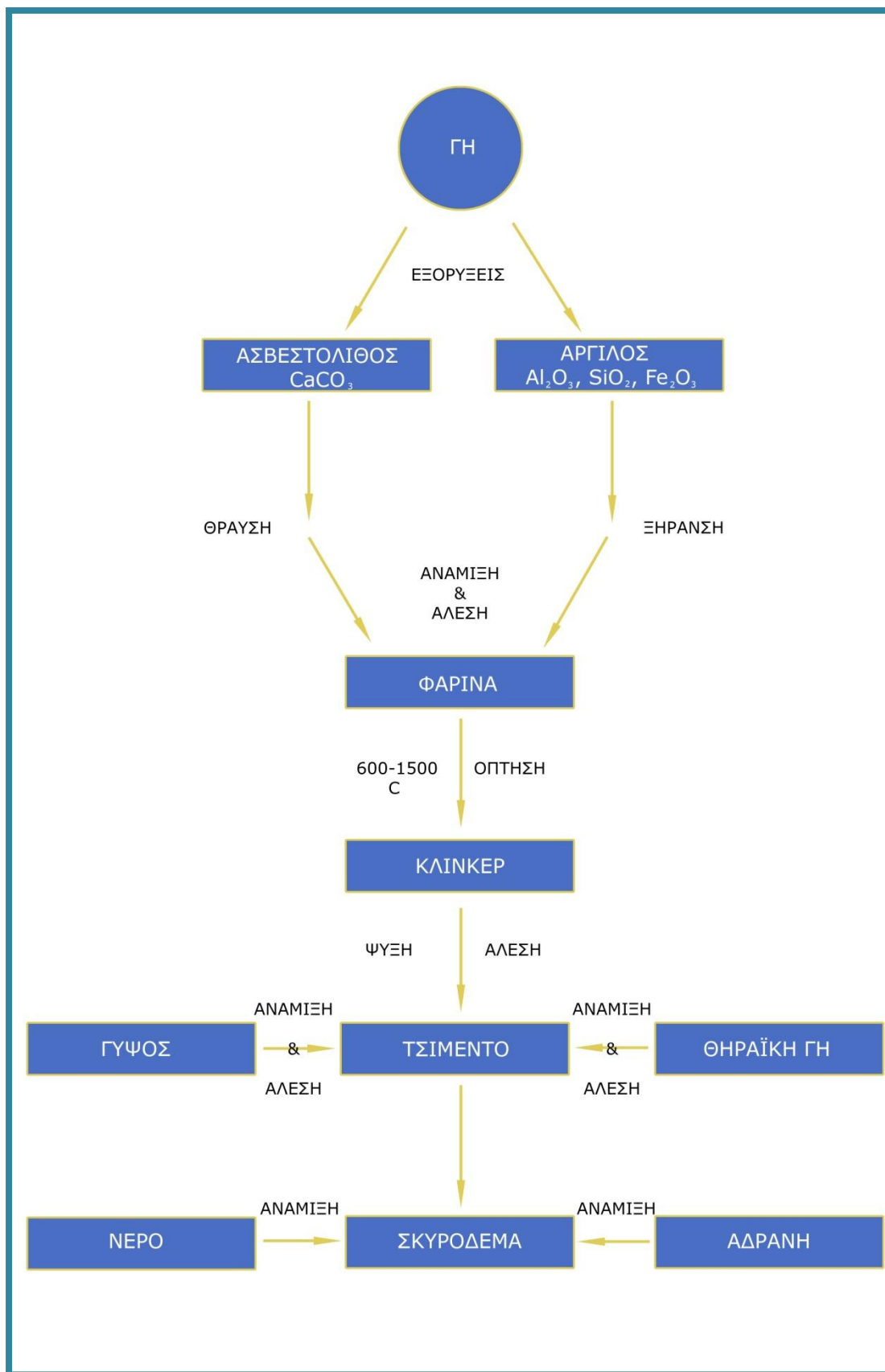
Το σκυρόδεμα είναι ένας τεχνητός λίθος ο οποίος, όπως και οι φυσικοί λίθοι, παρουσιάζει σχετικά υψηλή αντοχή σε θλίψη και ψαθυρότητα στον εφελκυσμό.¹³ Αποτελείται από ένα ανομοιογενές μείγμα αδρανών και τσιμεντοκονίας, με ιδιαίτερη πολυπλοκότητα,¹⁴ ενώ η διαδικασία παρασκευής του παρουσιάζεται στο διάγραμμα 1. Ως προς την πυκνότητα, το στερεό μετά από την ξήρανση σκυρόδεμα χωρίζεται σε ελαφροσκυρόδεμα LC, κανονικό σκυρόδεμα C και βαρύ σκυρόδεμα HC. Στην περίπτωση του οπλισμένου σκυροδέματος, την αδυναμία εφελκυσμού έρχεται να καλύψει ο χαλύβδινος οπλισμός ο οποίος παραλαμβάνει τις εφελκυστικές δυνάμεις των φορτιζόμενων δομικών στοιχείων. Συνεπώς το σύνολο της κατασκευής παρουσιάζει υψηλές αντοχές τόσο σε στατικές όσο και δυναμικές καταπονήσεις. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του οπλισμένου σκυροδέματος είναι πολλά. Αρχικά, παρέχει δυνατότητα προσαρμογής σε μεγάλο εύρος μορφών, με το κατάλληλο σχεδιασμό του τύπου. Παράλληλα προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε περιβάλλον ενώ πλεονεκτεί έναντι των λίθινων κατασκευών ως προς την ταχύτητα κατασκευής. Η διαδεδομένη χρήση του συμβάλει και στη μείωση του κόστους παραγωγής, αφού η παγκόσμια κατανάλωση σκυροδέματος ξεπερνά τα 10 δισεκατομμύρια τόνους ετησίως,¹⁵ κατατάσσοντάς το ως δεύτερο παγκοσμίως μετά το νερό.¹⁶ Ως εκ τούτου, καθίσταται οικονομικά προσιτό στους καταναλωτές. Τέλος, ο φέρων οργανισμός οπλισμένου σκυροδέματος σχεδιάζεται να λειτουργεί στατικά ανεξάρτητος από τις τοιχοποιίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την πλήρωση των κενών ή ως εσωτερικά χωρίσματα, απογειώνοντας έτσι την ελευθερία στην αρχιτεκτονική σύνθεση.

¹³ Γκρός Γεωργίου Ρ., *Οπλισμένο Σκυρόδεμα κατά τον Ελληνικό Κανονισμό 2000, Σύγκριση με τον Ευρωκώδικα 2 και το DIN 1045/2001*, Υλικά, Διαστασιολόγηση, Φορείς, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2004

¹⁴ Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

¹⁵ Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

¹⁶ Τσακαλάκης Κωνσταντίνος κα, *Διεργασίες Ελάττωσης Μεγέθους & Διαλογής Σκυροδέματος στη Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών από Σκυρόδεμα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος "Κατασκευές από Σκυρόδεμα" - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016



Διάγραμμα 1. Διαδικασία Παραγωγής Σκυροδέματος (Προσωπικό Αρχείο)

Ο χάλυβας είναι από χημικής άποψης ένα κράμα αποτελούμενο από δύο βασικά στοιχεία, το μεταλλικό σίδηρο (Fe) και τον μη μεταλλικό άνθρακα (C). Πέραν αυτών, δύναται να περιέχει σε πολύ μικρότερη αναλογία φώσφορο (P), θείο (S), μαγνήσιο (Mg), Μαγγάνιο (Mn), πυρίτιο (Si), νικέλιο (Ni) και χρώμιο (Cr).¹⁷ Η μηχανική συμπεριφορά του χάλυβα καθορίζεται από την περιεκτικότητά του σε άνθρακα. Μεγάλο ποσοστό άνθρακα συνεπάγεται μεγαλύτερη ανθεκτικότητα και αντοχή αλλά μικρότερη ολκιμότητα. Ο χάλυβας χαρακτηρίζεται για την υψηλή μηχανική αντοχή του ανεξαρτήτως του τρόπου καταπόνησης (θλίψη, εφελκυσμός, κτλ), το μεγάλο μέτρο ελαστικότητάς του, τη μεγάλη ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα, την ευτηκτότητα¹⁸ και τη συγκολλητιτικότητα.¹⁹ Ανάλογα με τις μηχανικές του αντοχές, ο δομικός χάλυβας χωρίζεται σε αρκετές κατηγορίες, οι κυριότερες εκ των οποίων είναι ο S 235, ο S 275 και ο S 355 (κοινοί δομικοί χάλυβες), καθώς και ο S 420 και S 460 (χάλυβες υψηλής αντοχής).²⁰ Η διαδικασία παρασκευής του απεικονίζεται στο διάγραμμα 2.

Όπως το σκυρόδεμα έτσι και ο χάλυβας παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα που τον καθιστούν προσιτό στους καταναλωτές. Αρχικά, το κόστος παραγωγής του χάλυβα είναι χαμηλό σε σχέση με το παρελθόν καθώς η παραγωγή του αυξάνονταν διαρκώς (έως τα πρώτα έτη της οικονομικής κρίσης), ανερχόμενη ετησίως σε 2 δισεκατομμύρια τόνους σε παγκόσμιο επίπεδο.²¹ Ακόμα, ο δομικός χάλυβας τυποποιείται σε μεγάλο εύρος διατομών και σχημάτων ενώ είναι ικανός να γεφυρώσει μεγάλα ανοίγματα. Η μικρή σχετικά διατομή των φερόντων στοιχείων, συγκριτικά με το ανάλογο προς γεφύρωση άνοιγμα, ευνοούν την ελευθερία στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.

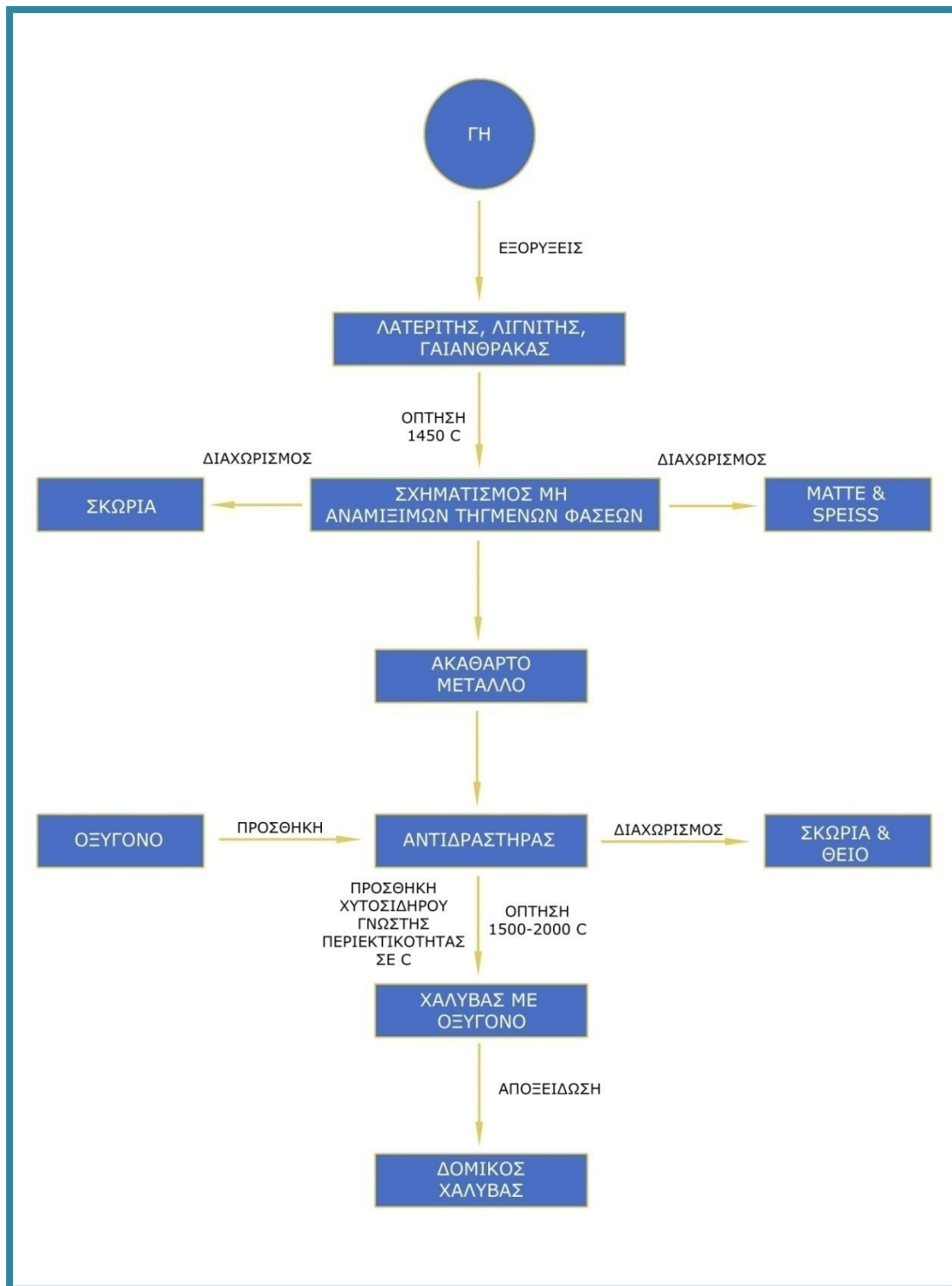
¹⁷Κάλφας Χρίστος Ν., *Κατασκευές από Χάλυβα, Διαστασιολόγηση δομικών στοιχείων από χάλυβα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες*, Εκδόσεις icon, Ξάνθη, 2010

¹⁸Το κρίσιμο σημείο αστοχίας είναι οι 550 C, όταν δηλαδή έχει απολέσει τα 2/3 της αντοχής του.
Πηγή: Γεωργιάδου Ζωή, *Δομικά και Διακοσμητικά Υλικά*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 2005

¹⁹Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

²⁰Κάλφας Χρίστος Ν., *Κατασκευές από Χάλυβα, Διαστασιολόγηση δομικών στοιχείων από χάλυβα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες*, Εκδόσεις icon, Ξάνθη, 2010

²¹Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Ανακοίνωση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών, Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη χαλυβουργία στην Ευρώπη*, Στρασβούργο, 2013



Διάγραμμα 2. Διαδικασία Παρασκευής Χάλυβα (Προσωπικό Αρχείο)

Αθέλητη & Εμμέσως Επιβεβλημένη Βραχύβια Δόμηση

Παρά τις θετικές ιδιότητες των συμβατικών οικοδομικών υλικών των σύγχρονων κατασκευών που αναπτύχθηκαν, παρατηρείται ότι η διάρκεια ζωής τους είναι μικρότερη από της αντίστοιχης κλίμακας κατασκευές του προβιομηχανικού παρελθόντος. Τα αίτια στα οποία οφείλεται η σύντομη διάρκεια ζωής των σύγχρονων κατασκευών μπορούν να αναζητηθούν αρχικά στις αρνητικές ιδιότητες των υλικών που τις απαρτίζουν. Τόσο το σκυρόδεμα όσο ο δομικός χάλυβας, παρά τα σημαντικά τους πλεονεκτήματα, υστερούν από τα παραδοσιακά ως προς την ανθεκτικότητά τους στον χρόνο, εξαιτίας της περιβαλλοντικής διάβρωσης.

Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση του οπλισμένου σκυροδέματος ο κύριος παράγοντας, ιδίως για τα ελληνικά δεδομένα, που επηρεάζει την ανθεκτικότητα του δομικού υλικού είναι η διάβρωση των οπλισμών λόγω της προσβολής τους από την ατμόσφαιρα. Η διάβρωση των χαλύβδινων οπλισμών οδηγεί στη μείωση της διατομής και της ολκιμότητά τους και στην πτώση της επικάλυψης του σκυροδέματος, αφού ο όγκος της σκουριάς είναι μεγαλύτερος από αυτόν του χάλυβα (300.0%).²² Μετά την πτώση της επικάλυψης, ο οπλισμός αφήνεται περεταίρω εκτεθειμένος στις περιβαλλοντικές επιδράσεις με αποτέλεσμα τη βαθμιαία μείωση της στατικής και δυναμικής επάρκειας της κατασκευής. Η διάβρωση δύναται να πραγματοποιηθεί μέσω της ενανθράκωσης του σκυροδέματος ή μέσω των χλωριόντων. Στην πρώτη περίπτωση, η μείωση του pH (κάτω από 9.0) του σκυροδέματος οδηγεί σε διάλυση του επιφανειακού στρώματος ένυδρου οξειδίου του σιδήρου που προστατεύει τον οπλισμό. Η πτώση του pH οφείλεται στην αντίδραση του διοξειδίου του άνθρακος της ατμόσφαιρας με το υδροξείδιο του ασβεστίου του σκυροδέματος, με τελικό προϊόν το ανθρακικό ασβέστιο και το νερό. Στη δεύτερη περίπτωση, τα ιόντα χλωρίου προερχόμενα είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά του σκυροδέματος σε μεγάλη συγκέντρωση, διαπερνούν τοπικά το προστατευτικό στρώμα οξειδίου του σιδήρου, διαβρώνοντας τον οπλισμό. Συνήθως οι δύο αυτές διαδικασίες διάβρωσης είναι αλληλοεξαρτώμενες καθώς η πρώτη δύναται να προκαλέσει τη δεύτερη. Δεν πρέπει να παραληφθεί και η πιθανότητα κακοτεχνίας στις κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος αφού κατά κανόνα παρασκευάζεται, μορφοποιείται (σε τύπους) και στερεοποιείται επί τω έργω. Στην περίπτωση αυτή, η διάρκεια ζωής της κατασκευής μπορεί να μειωθεί δραστικά, αφού δύναται να προκύψουν περαιτέρω δίοδοι εισχώρησης του νερού στον οπλισμό.

Όπως στο οπλισμένο σκυρόδεμα έτσι και στη περίπτωση του δομικού χάλυβα, η ανθεκτικότητά του επηρεάζεται άμεσα από το

²²Γεωργιάδου Ζωή, *Δομικά και Διακοσμητικά Υλικά*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 2005

περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται. Ο ατμοσφαιρικός αέρας, το νερό σε όλες τις μορφές του (βροχή, έδαφος, υγρασία) και η επαφή με άλλα υλικά προκαλούν διάβρωση στο χάλυβα. Τα κυριότερα είδη της οποίας είναι η χημική, η γαλβανική, η ηλεκτροχημική και η υπό τάση διάβρωση. Η χημική διάβρωση σχετίζεται με την οξείδωση της επιφανειακής στρώσης του υλικού εξαιτίας της δράσης του οξυγόνου, του νερού, των αλάτων, των οξέων και των βάσεων. Η επέκταση της διάβρωσης στη μάζα του υλικού εξαρτάται από τις ιδιότητές του. Η διάβρωση υπό τάση επιφέρει επιφανειακές ρωγμές, η γαλβανική διάβρωση κάνει την εμφάνισή της στο περισσότερο "ανοδικό" μέταλλο. Τέλος, η ηλεκτρολυτική διάβρωση, οφείλεται στην επιφανειακή υγρασία και προκαλεί διάλυση μεταλλικών ιόντων που αφήνουν ηλεκτρόνια. Στο χάλυβα εμφανίζεται η διάβρωση τύπου υδρογόνου η οποία σχετίζεται με τις μικρής κλίμακας ρωγμές στα επιφανειακά του οξειδία.²³ Ακόμα, ο χάλυβας παρουσιάζει μικρή αντοχή στη φωτιά με κρίσιμο όριο τους 300–700 °C και δεν δύναται να αντέξει περισσότερο από 30 λεπτά χωρίς προστασία.²⁴

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΖΩΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΕΤΗ)	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ
1	10	ΠΡΟΣΩΡΙΝΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ*
2	25	ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΘΟΥΝ Π.Χ. ΕΦΕΔΡΑΝΑ
3	25	ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΕΜΦΕΡΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ
4	50	ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΕΜΦΕΡΗ
5	100	ΜΝΗΜΕΙΑΚΑ ΚΤΙΡΙΑ, ΓΕΦΥΡΕΣ ΚΑΙ ΑΛΛΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ
(*) ΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΑΠΟΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΘΟΥΝ ΕΝ ΟΨΕΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥΣ ΔΕΝ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΠΡΟΣΩΡΙΝΑ		

Πίνακας 1. Κατηγορίες Σχεδιασμού Διάρκειας Ζωής Κατασκευών (Πηγή: EN 1990)

Λαμβάνοντας υπόψη το σεισμό επαναφοράς της εκάστοτε περιοχής μελέτης, τη σπουδαιότητα της κατασκευής και τις ιδιότητες των δομικών υλικών, τόσο ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ 2000)²⁵, όσο και οι Ευρωκώδικες²⁶ έχουν ορίσει εξαρχής τη διάρκεια ζωής των νέων κατασκευών (πίνακας 1). Πέραν της λήξης αυτής της καθορισμένης διάρκειας²⁷, θεωρείται

²³Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

²⁴Γεωργιάδου Ζωή, *Δομικά και Διακοσμητικά Υλικά*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, 2005

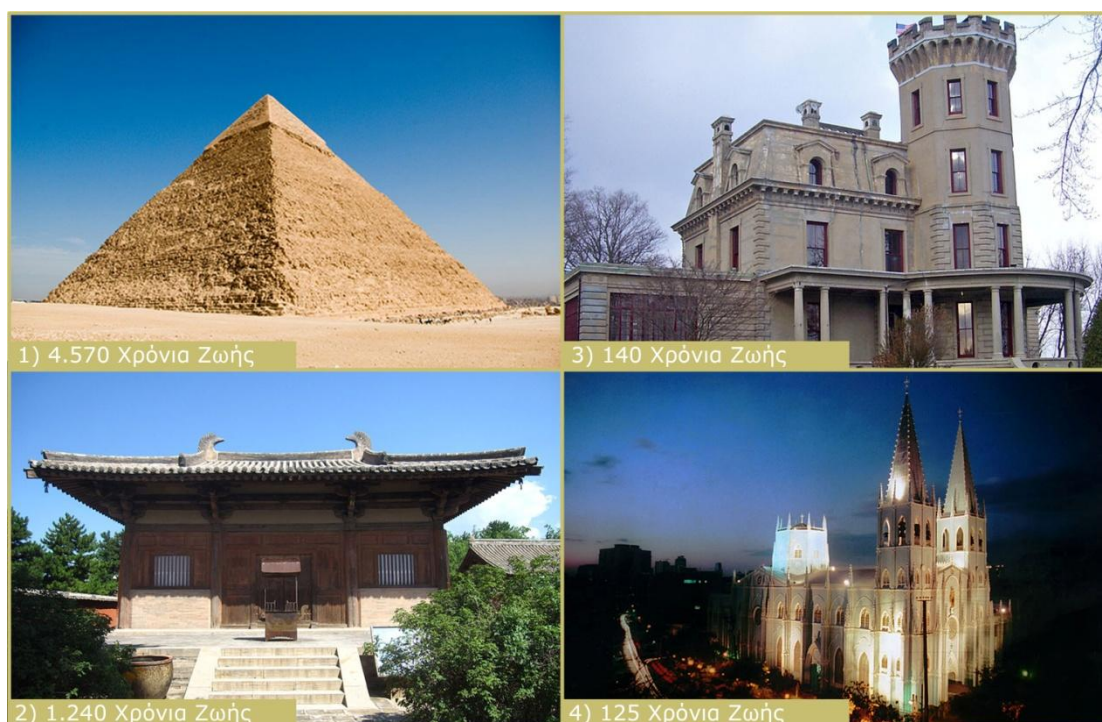
²⁵Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, *Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000*, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, Αθήνα, 2001

²⁶European Committee for Standardization, *EN 1990: Eurocode - Basis of Structural Design*, The European Union, Edict of Government, 2011

²⁷Η διάρκεια για τις κατοικίες, ορίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 1 σε 50 έτη. Ο αριθμός αυτός αναφέρεται σε ιδανικές συνθήκες εντός εργαστηρίου, και κατά εξαίρεση του παράγοντα της κακοτεχνίας. Πηγή: Μαντέλος Αθανάσιος, *Διάρκεια Ζωής Σκυροδέματος, Πράξη και Θεωρία*, Τεχνικό Επιστημονικό Περιοδικό Σκυρόδεμα & Χάλυβας, Αθήνα, 2010

φυσιολογική η παρουσία φθορών προχωρημένου επιπέδου ακόμα και σε σημείο που αποτρέπεται η κατοίκηση και το κτίριο καθίσταται ιδιαίτερα ευάλωτο σε αυξημένες δυναμικές καταπονήσεις, ενώ ο Μηχανικός παύει να φέρει ευθύνη. Οι νομικές αυτές θεσμοθετήσεις συνέβαλλαν στον εξαρχής προκαθορισμό των βλαβών των κατασκευών, μετατρέποντας το χρόνο ζωής τους από άοριστο σε πεπερασμένο.

Ωστόσο τα υλικά δεν αποτελούν την αποκλειστική παράμετρο που καθορίζει τη διάρκεια ζωής μιας κατασκευής. Στην εικόνα 6 παρατίθενται ανθρώπινες κατασκευές διαφορετικής κλίμακας, σπουδαιότητας, χρήσης και υλικών. Ο λίθος όπως ήδη αναφέρθηκε παρουσιάζει υψηλότερη αντοχή σε διάβρωση και ως εκ τούτου έχουν επιβιώσει μέχρι σήμερα αρχαίες κατασκευές πολλών χιλιάδων χρόνων. Υψηλή αντοχή στη διάβρωση παρουσιάζει και το ξύλο, με την προϋπόθεση όμως ότι οι περιβαλλοντικές επιδράσεις διατηρούνται σταθερές. Αν και οι μεταλλικές κατασκευές και οι κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος δεν παρουσιάζουν ανάλογες ιδιότητες, η κατοικία του William E Ward και ο Ναός του Αγίου Sebastian στις Φιλιππίνες ξεπερνούν κατά πολύ την ενδεικτική διάρκεια ζωής σχεδιασμού του πίνακα 1. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα κτίρια αυτά διατηρούνται σήμερα και η ζωή τους δεν έχει λάβει ακόμα τέλος, καθίσταται σαφές ότι οι τα χρόνια ζωής τους επρόκειτο να αυξηθούν.



Εικόνα 6. Κτίρια διαφορετικών υλικών και εποχών που άντεξαν στο χρόνο. 1) Πυραμίδα Χέοπα στην Αίγυπτο (Λίθος), 2) Ναός Nanchan στην Κίνα (Ξύλο), 3) Κατοικία του William E Ward στις ΗΠΑ (Σκυρόδεμα), 4) Ναός Αγίου Sebastian στις Φιλιππίνες (Χάλυβας). Πηγές εικόνων: 1) <http://famouswonders.com> 2) <https://en.wikipedia.org> 3) <https://en.wikipedia.org> 4) <https://en.wikipedia.org>

Η επιλογή των δομικών υλικών των κατασκευών καθορίζεται πέραν των άλλων και από τις πολιτικές αποφάσεις των κυβερνήσεων του εκάστοτε κράτους. Για τον ελληνικό κόσμο για παράδειγμα, ο θεσμός της αντιπαροχής από το 1929 ή η αύξηση των συντελεστών δόμησης από τη διοίκηση της επιτελείας, έδωσε κίνητρα στους ιδιώτες να οικοδομήσουν μεγάλα σε ύψος κτίρια τα οποία θα ήταν αδύνατο ή ασύμφορο να ανεγερθούν με τα παραδοσιακά υλικά. Οι αποφάσεις αυτές, πέραν των άλλων, είχαν πολιτική σκοπιμότητα αφού έτσι εξασφαλιζονταν η αρέσκεια των κυβερνήσεων από τον λαό. Η ανάγκη στέγασης των ανθρώπων σε ψηλά κτίρια στις μεγάλες πόλεις της Ελλάδας προέκυψε επίσης και από την έντονη αστικοποίηση που έλαβε χώρα μετά τη λήξη του εμφυλίου πολέμου.

Πέραν λοιπόν των βασικών ιδιοτήτων των υλικών, τα αίτια της αθέλητης βραχύβιας δόμησης πρέπει να αναζητηθούν και σε άλλους παράγοντες. Η οικονομική ευρωστία για παράδειγμα, συναρτήσει της αντίληψης της αφθονίας των γήινων πόρων, έδωσε στους μηχανικούς την ψευδαίσθηση της ικανότητας επιβολής των κατασκευών τους στο φυσικό περιβάλλον. Στα κτίρια που σχεδιάστηκαν από τη λόγια αρχιτεκτονική ήδη από το πρώτο μισό του 20ου αιώνα, δεν λήφθηκε υπόψη το κλίμα σε μικρό και μακρο επίπεδο, καθώς και τα γεωμορφολογικά στοιχεία του τόπου που το επηρέαζαν. Το μέγεθος και η θέση των ανοιγμάτων, καθώς και η διάταξη των εσωτερικών χώρων, επιλέχθηκαν βάσει της κατασκευής και της αισθητικής των κτιρίων, με αποτέλεσμα, οι καιρικές συνθήκες και οι βιολογικοί παράγοντες να μειώσουν δραστικά τη διάρκεια ζωής τους. Για τις ανάγκες της θέρμανσης και ψύξης, μιας και τα κτίρια αυτά ήταν κατά κανόνα ακατάλληλα για κατοίκηση, χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρικές συσκευές (από τα τέλη του 20ου αιώνα), συνδράμοντας έτσι στη περεταίρω περιβαλλοντική υποβάθμιση και την έξαρση φαινομένων όπως αυτό του θερμοκηπίου ή της θερμικής μόλυνσης.²⁸

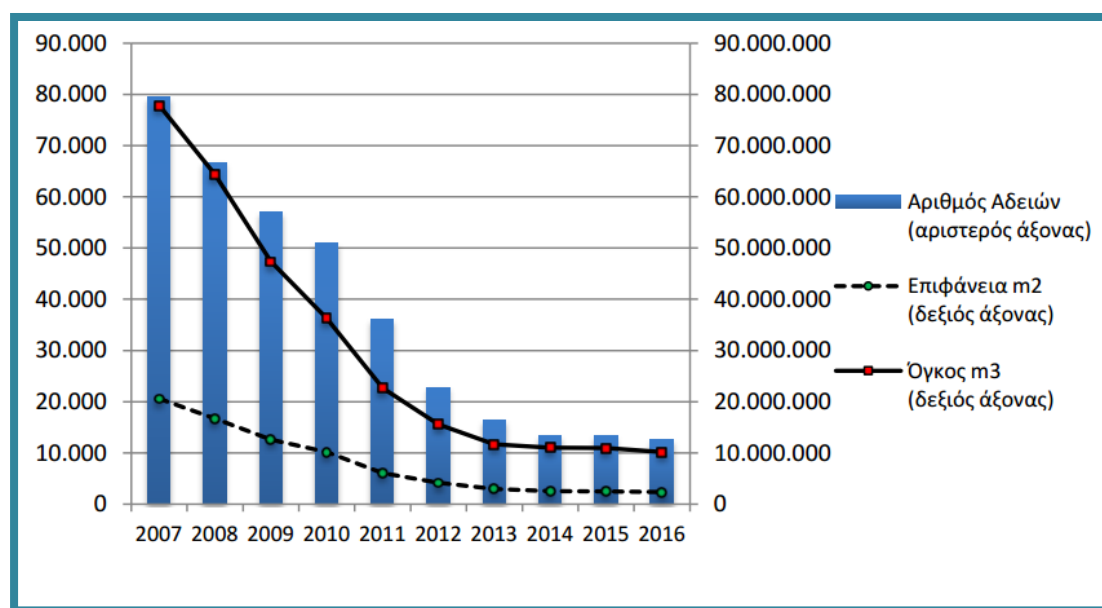
Θα ήταν επίσης δόκιμο να ειπωθεί πως η βραχύβια δόμηση είναι συνυφασμένη με την καταναλωτική κοινωνία που ζει ο άνθρωπος στα περισσότερα μέρη της υφελίου. Η μικρή διάρκεια ζωής των κατασκευών μεταφράζεται ως περισσότερη και διαρκής κατανάλωση οικοδομικών υλικών και κατ' επέκταση περισσότερων εσόδων τόσο από τον ιδιωτικό τομέα όσο και από το ίδιο το κράτος. Ένα μεγάλο εύρος επαγγελματιών όπως αυτό του αρχιτέκτονα, του μηχανικού, του σχεδιαστή, του εργολάβου, του εργοδηγού, του εργάτη και του τεχνίτη, οφείλουν την ύπαρξή τους σε αυτό το οικονομικό μοντέλο. Συνεπώς υπάρχει από πολλούς κλάδους σαφέστατο συμφέρον οι κατασκευές να είναι

²⁸ Ανδρεαδάκη Ελένη, *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006

βραχείας διάρκειας, εκτός φυσικά από τον χρήστη και ιδιοκτήτη του χώρου.

Εκτός των παραπάνω επαγγελμάτων που επωφελούνται από τη βραχύβια δόμηση, οικονομικό συμφέρον έχουν και οι τράπεζες. Όσο συντομότερη είναι η διάρκεια ζωής μιας κατοικίας τόσο πιο γρήγορα θα χορηγηθούν νέα δάνεια για την εκ νέου στέγαση. Τα στεγαστικά δάνεια δε, εκτείνονται συνήθως για το διάστημα των 30 ετών, όταν δηλαδή οι συνήθεις κατασκευές χρήζουν παρακολούθησης.²⁹ Όταν επομένως αποπληρωθεί το δάνειο, το κτίριο θα τείνει προς το τέλος της θεωρητικής διάρκειας ζωής του.

Σαφέστατα, οικονομικό όφελος έχει και το ίδιο το κράτος, αφού μέσα από τις φορολογίες, τις εκδόσεις αδειών και τα πρόστιμα ανέγερσης και συντήρησης των αυθαιρέτων κατασκευών, αποκομίζει κεφάλαια. Παράλληλα, η βραχύβια δόμηση ευνοεί την εφαρμογή νέων πολεοδομικών νομοθεσιών, αφού η συμμόρφωση των ιδιωτών στους νέους όρους δόμησης πραγματοποιείται με την ανέγερση νέων κτιρίων.



Διάγραμμα 3. Ετήσια Ιδιωτική Οικοδομική Δραστηριότητα (Πηγή: ΕΛΣΤΑΤ)

Αν και η γενικότερη τάση της αγοράς προσδιορίζει τη μείωση της διάρκειας ζωής των προϊόντων όταν πρόκειται για μονοπώλιο ή ολιγοπώλιο, δεν συμβαίνει το ίδιο στις βιομηχανίες οικοδομικών υλικών, αφού οι ιδιότητες των υλικών είναι κατηγοριοποιημένες και ελέγχονται από κρατικούς και διακρατικούς³⁰ φορείς. Όμως, σε αυτή την περίπτωση, οι εταιρίες κατά κανόνα προβαίνουν στη διαμόρφωση του κόστους πώλησης των

²⁹ Μαντέλος Αθανάσιος, *Διάρκεια Ζωής Σκυροδέματος, Πράξη και Θεωρία*, Τεχνικό Επιστημονικό Περιοδικό Σκυρόδεμα & Χάλυβας, Αθήνα, 2010

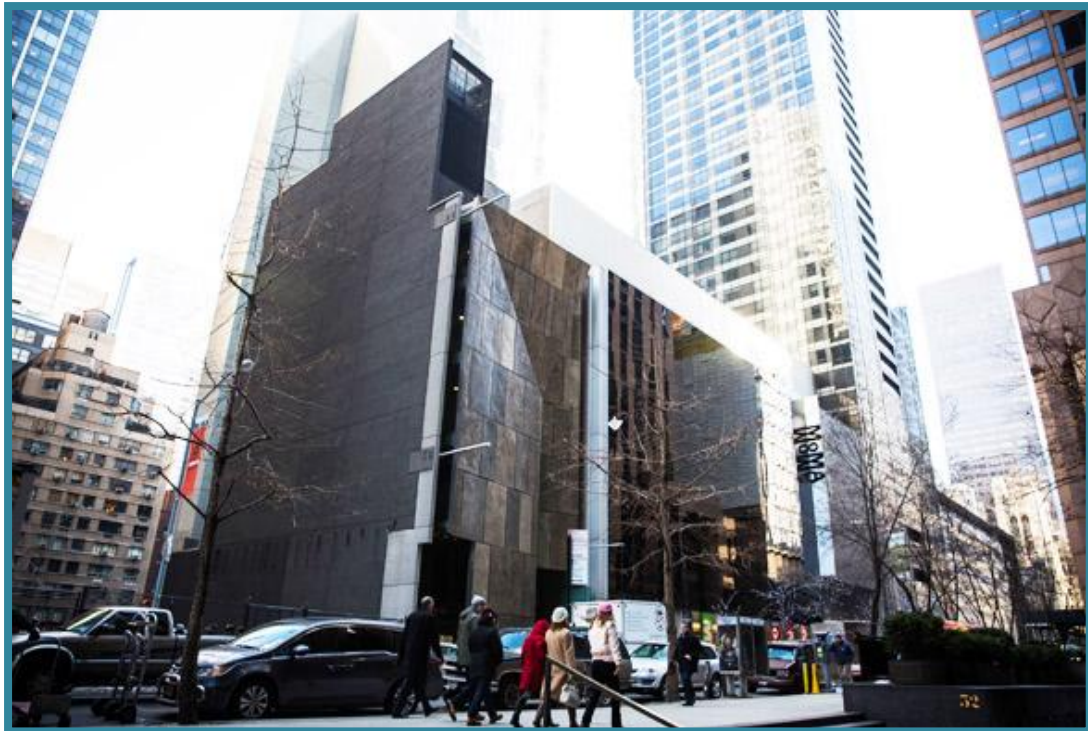
³⁰ Περίπτωση Ευρωκώδικων για τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης

υλικών κατόπιν άτυπης συνεννόησης μεταξύ τους (καρτέλ)³¹. Στην περίπτωση της Ελλάδας για παράδειγμα, παρά την πτώση της οικοδομικής δραστηριότητας εξαιτίας της οικονομικής κρίσης (διάγραμμα 3), δεν παρατηρείται η ίδια φθίνουσα πορεία στις τιμές των υλικών από τις οικοδομικές βιομηχανίες (ο αριθμός των οποίων είναι μικρός).

Τέλος, τα διαρκώς μεταβαλλόμενα πρότυπα της μόδας εμμέσως κάνουν τον ίδιο τον καταναλωτή να αισθάνεται μειονεκτικά όταν κατοικεί σε μία παλαιά κατοικία. Με αυτόν τον τρόπο και χωρίς κάποιου είδους επιβολή, ο χρήστης μετατρέπεται από μόνος του σε "θύμα" της βραχύβιας δόμησης. Ήδη από τη δεκαετία του 1950, η απαξίωση λόγω παλαίωσης (perceived obsolescence) αποτέλεσε τη βάση της οικονομίας σε όλα τα καπιταλιστικά κράτη της δύσης. Στόχος της ήταν η απογοήτευση του καταναλωτή και ο δελεασμός του ώστε με τη θέλησή του να προβεί σε καταναλωτικές τάσεις. Η σύντομη αλλαγή των αισθητικών προτύπων συναρτίζει της ποιότητας των δομικών στοιχείων επεκτείνονται και σε μεγαλύτερης κλίμακας κτίρια. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του Αμερικανικού Μουσείου Λαϊκής Τέχνης στη Νέα Υόρκη, το οποίο ανεγέρθηκε το 2002, και κατεδαφίστηκε το 2014 (εικόνα 7& εικόνα 8). Η κατεδάφιση πραγματοποιήθηκε μετά την πώλησή του στο γειτονικό Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης, το οποίο για χωρικούς λόγους επέκτεινε το υπάρχον κτίριο στέγασής του. Δεδομένου ότι το κατεδαφισθέν κτίριο ήταν ηλικίας μόλις 12 ετών, καθώς και ότι το χωρικό πρόβλημα δεν επιλύθηκε μετά την επέκταση του υφιστάμενου Μουσείου Μοντέρνας Τέχνης, είναι εύλογο να υποστηριχτεί ότι οι λόγοι κατεδάφισης ανάγονται αλλού.

Η υπερκατανάλωση δεν έγκειται μόνο στην επιθυμία ικανοποίησης των πλασματικών αναγκών των ανθρώπων αλλά και στην προσπάθεια για δημιουργία ενός υπέρτερου κοινωνικοοικονομικού προφίλ. Ως εκ τούτου, η διάθεση των χρημάτων του χρήστη εναποτίθεται επί το πλείστον στο φαίνεσθε της μορφής, δηλαδή στη διακόσμηση, στα έπιπλα, στα δάπεδα κτλ. Αντιθέτως, το μη ορατό μέρος της κατασκευής, δηλαδή ο φέρων οργανισμός, έρχεται σε δεύτερη μοίρα αφού δεν διαδραματίζει κάποιο ρόλο στην οπτική τέρψη των χρηστών και ιδίως, των επισκεπτών του χώρου.

³¹Ευρετήριο Οικονομικών Όρων: www.euretirio.com



Εικόνα 7. Πρώην Κτίριο Στέγασης Αμερικανικού Μουσείου Λαϊκής Τέχνης (2002-2014), Νέα Υόρκη. (Πηγή: <http://joja.info>)



Εικόνα 8. Φωτορεαλιστική Απεικόνιση Επέκτασης Μουσείου Μοντέρνας Τέχνης μετά την κατεδάφιση του Αμερικανικού Μουσείου Λαϊκής Τέχνης, Νέα Υόρκη. (Πηγή: <http://www.archdaily.com>)

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι σύντομη διάρκεια ζωής (σε σύγκριση με κατασκευές αντίστοιχης χρήσης ή σπουδαιότητας) δύναται να έχουν όχι μόνο οι προκατασκευασμένες λυόμενες κατασκευές αλλά και όλα τα σύγχρονα κτίρια από συνήθη συμβατικά υλικά. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι τα κτίρια της δεύτερης περίπτωσης παρουσιάζουν μικρή διάρκεια ζωής εξαιτίας της φθαρτότητας του υλικού κατασκευής τους (σκυρόδεμα και δομικός χάλυβας), ενώ είναι προγραμματισμένα εκ των προτέρων πότε θα παρουσιάσουν αστοχίες στα δομικά τους στοιχεία (planned obsolescence) με τον προσδιορισμό μιας θεωρητικής διάρκειας ζωής βάσει του σεισμού επαναφοράς. Η βραχύβια δόμηση της περίπτωσης αυτής δεν είναι επιθυμητή από κανέναν χρήστη ή ιδιοκτήτη. Παράλληλα, τα κτίρια μέσα από τα καταναλωτικά πρότυπα απαξιώνονται λόγω παλαίωσης (perceived obsolescence) από τους ίδιους τους ιδιοκτήτες. Στη περίπτωση αυτή η βραχυβιότητα είναι ηθελημένη από αυτούς, αλλά εμμέσως επιβεβλημένη.

Απόρροιες της Βραχύβιας Δόμησης

Αν και το γεγονός ότι τα κτίρια πλέον σχεδιάζονται εκ των προτέρων με καθορισμένη θεωρητική διάρκεια ζωής προς όφελος της ασφάλειας των χρηστών, η βραχεία διάρκεια των κατασκευών, εξαιτίας των δομικών υλικών και της ποιότητας της κατασκευής, ενδέχεται να συντελέσει στην έξαρση πολλών προβλημάτων. Τα προβλήματα εμφανίζονται ήδη από την παρασκευή των συμβατικών υλικών, αφού η βραχύβια δόμηση αντιλαμβάνεται τη φύση ως πηγή αφθονίας με ανεξάντλητους φυσικούς πόρους (διάγραμμα 4).³² Στην πραγματικότητα όμως αναπαράγεται μια μη βιώσιμη κατάσταση καθώς όλα τα δομικά υλικά, παρά την κατά τόπους σχετική αφθονία, είναι αναλώσιμα και πεπερασμένα. Ο ρυθμός ανανέωσης των υλών από την ίδια τη φύση είναι κατά πολύ μικρότερος από αυτόν της κατανάλωσης. Ως εκ τούτου, σύντομα τα φυσικής προέλευσης υλικά παραγωγής του σκυροδέματος θα χαρακτηριστούν ως προϊόντα σε ανεπάρκεια.³³ Έτσι, πέραν της περιβαλλοντικής και οπτικής όχλησης³⁴, οι ατέρμονες εξορύξεις συμβάλλουν στη διατάραξη της αναλογίας των διαθέσιμων προς εκμετάλλευση πόρων του πλανήτη, προκαλώντας έλλειμμα βιολογικής ικανότητας³⁵. Στην Ελλάδα, το σχεδόν μηδενικό έλλειμμα βιολογικής ικανότητας το 1960, ανήλθε σε 3,8 παγκόσμια εκτάρια ανά κάτοικο το 2007.³⁶ Είναι ιδιαίτερα σημαντικό ότι η επιλογή των βιομηχανιών να ανοίξουν εργοστάσια στις χώρες του εξωτερικού και συνήθως σε αυτές του τρίτου κόσμου, για την εύρεση φθηνών εργατικών χεριών έχει ως επακόλουθο τη διατήρηση των φυσικών πόρων και κατά επέκταση του φυσικού περιβάλλοντος των δυτικών χωρών και τη μεταφορά του προβλήματος στην ανατολή και το νότο.

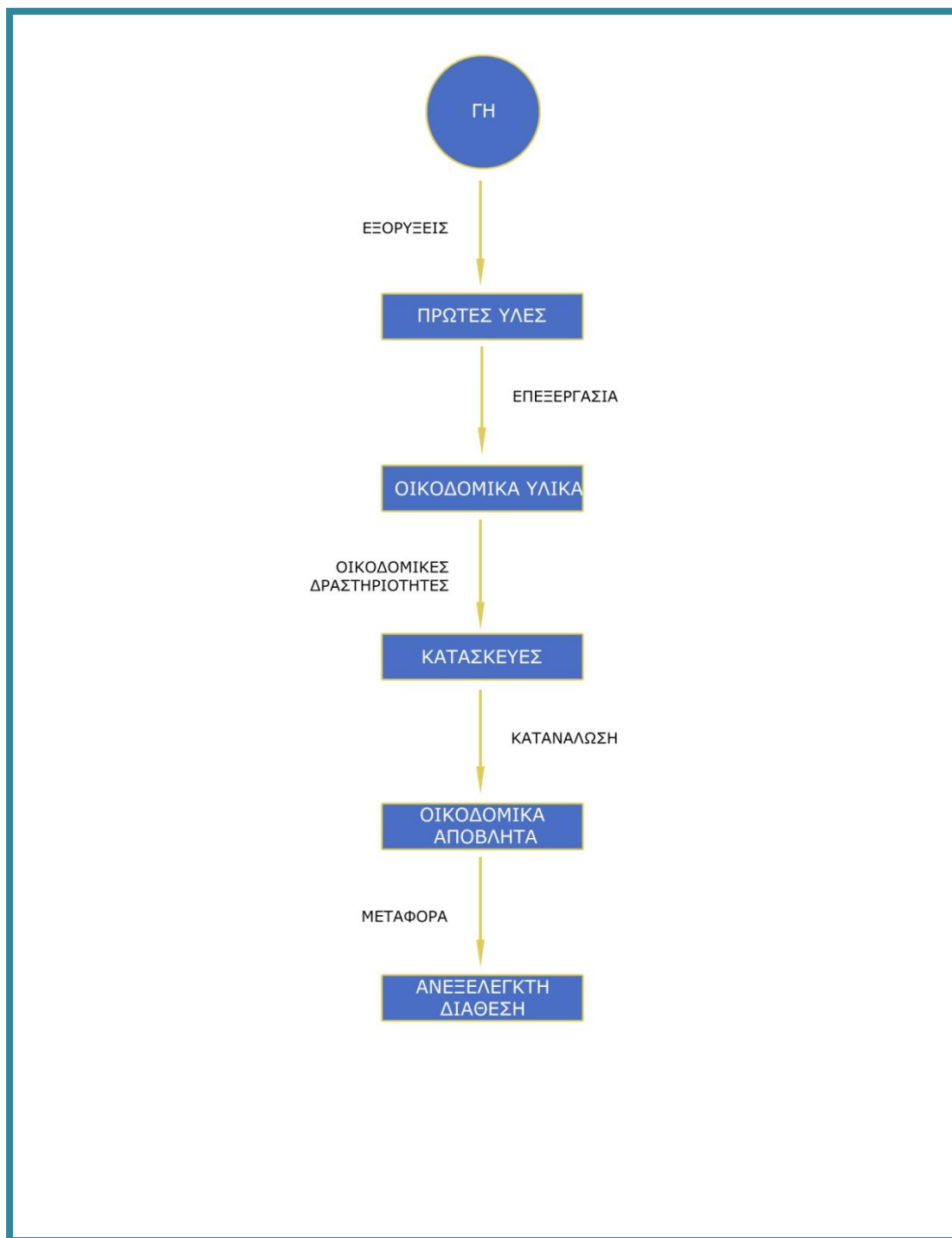
³² Αυτό φαίνεται από τη γραμμικότητα του διαγράμματος (Διάγραμμα 4)

³³ Εφραιμίδης Χαράλαμπος Ι, *Παραγωγή Αδρανών Υλικών από Ανακύκλωση παλαιών Σκυροδεμάτων*, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 2008

³⁴ Στις οχλήσεις αυτές συγκαταλέγονται η κοπή και η απομάκρυνση δέντρων και όποιων άλλων στοιχείων εμποδίζουν την εξόρυξη, οι μεταβολές στο πρηνές και της μάζας της τοποθεσίας, και εν γένει η πλήρης αλλοίωση του φυσικού τοπίου.

³⁵ Έλλειμμα βιολογικής ικανότητας προκύπτει όταν το οικολογικό αποτύπωμα (κατανάλωσης) μιας χώρας, υπερβαίνει τη βιολογική της ικανότητα. Τα ελλείμματα βιολογικής ικανότητας διατηρούνται μέσω των εισαγωγών των φυσικών πόρων από το εξωτερικό, της υπερβολικής χρήσης των εγχώριων πόρων, ή της εξάρτησης από τα παγκόσμια κοινά αγαθά. Πηγή: Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

³⁶ Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012



Διάγραμμα 4. Υφιστάμενη Παραγωγική Διαδικασία (Προσωπικό Αρχείο)

Λαμβάνοντας υπόψη την υπερβολική παραγωγή υλικών για την κάλυψη των αναγκών που προκύπτουν από τη βραχύβια δόμηση, τίθεται το θέμα περί εύρεσης χώρου αποθήκευσης τους. Το σκυρόδεμα είναι ένα υλικό που δεν αποθηκεύεται στην τελική μορφή του σε αντίθεση με το τσιμέντο, τα αδρανή και το χάλυβα. Στα πλαίσια της διεθνούς οικονομικής κρίσης, τόσο σε διεθνές όσο και ευρωπαϊκό επίπεδο, σημειώθηκε ύφεση στην οικοδομική

δραστηριότητα και ως εκ τούτου στη ζήτηση του χάλυβα³⁷ και του σκυροδέματος, με αποτέλεσμα μεγάλες ποσότητες υλικών να μείνουν αναξιοποίητες. Έτσι η αποθήκευση των αναξιοποίητων υλικών απαιτεί τη δέσμευση χώρου, ο οποίος θα μπορούσε να αξιοποιηθεί προς όφελος κάποιας άλλης παραγωγικής διαδικασίας³⁸. Επιπλέον, οι επενδύσεις αυτές αποτελούν ένα ανενεργό κεφάλαιο το οποίο δεσμεύεται για ένα αόριστο χρονικό διάστημα και δεν δύναται να χρησιμοποιηθεί κατά το παρόν.

Σχετικά με το τσιμέντο, η παραγωγή ενός τόνου απαιτεί 1,6 τόνους πρώτων υλών. Για τα ελληνικά δεδομένα η ετήσια κατανάλωση ασβεστολιθικών πετρωμάτων για την παραγωγή τσιμέντου και σκυροδέματος κατά τις αρχές της οικονομικής κρίσης ήταν 78.200.000 τόνοι.³⁹ Για την παρασκευή του τσιμέντου το οποίο καταλαμβάνει περίπου το 12.0% του βάρους του σκυροδέματος (πίνακας 2),⁴⁰ αναπτύσσεται θερμοκρασία 1500 °C για την όπτηση των αδρανών (600 °C εντός της καμίνου)⁴¹ ενώ η ενέργεια που δαπανάται ανέρχεται σε 3000–6000 MJ ανάλογα το τύπο της καμίνου.⁴² Η παρασκευή του προκαλεί έκκριση σωματιδίων και οξειδίων του θείου και του αζώτου στο περιβάλλον.⁴³ Η κατανάλωση ενέργειας από τις τσιμεντοβιομηχανίες αντιπροσωπεύει το 2.0% της διεθνούς κατανάλωσης ενέργειας, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης του τσιμέντου ως κονίαμα.⁴⁴

³⁷ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Ανακοίνωση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών, Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη χαλυβουργία στην Ευρώπη*, Στρασβούργο, 2013

³⁸ Για παράδειγμα η γη η οποία χρησιμοποιείται ως αποθηκευτικός χώρος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως γεωργική έκταση, φωτοβολταϊκό πάρκο, κτλ.

³⁹ Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010

⁴⁰ Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010

⁴¹ Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

⁴² Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010

⁴³ Μπεργελές Γιώργος, Πηγές, *Διασπορά και Έλεγχος Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2010

⁴⁴ Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010

ΥΛΙΚΟ	ΒΑΡΟΣ (%)	kWh/t ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ		kWh/m ³ ΣΚΥΡΟΔΕ- ΜΑΤΟΣ	ΜΑΖΑ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ (t/m ³ ΣΚΥΡΟΔΕ- ΜΑΤΟΣ)	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (%)
		ΠΑΡΑΓΩΓΗ	ΜΕΤΑΦΟΡΑ			
ΤΣΙΜΕΝΤΟ	12	1651	162.8	539.4	0.297	91.6
ΑΜΜΟΣ	34	1.6	12.0	11.4	0.843	1.9
ΧΟΝΔΡΟΜΕΡΗ ΑΔΡΑΝΗ	48	15.1	17.1	38.3	1.190	6.5
ΝΕΡΟ	6	-	-	-	0.149	-
ΑΕΡΑΣ	-	-	-	-	-	-
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	100	1859.6		589.1	2.479	100.0

Πίνακας 2. Ενέργεια στη Διαδικασία Παραγωγής Σκυροδέματος (Πηγή: Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010)

Αντίστοιχα, για την παρασκευή του δομικού χάλυβα απαιτείται θερμοκρασία 1500–2000 °C, ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής⁴⁵ ενώ για τη συγκόλλησή του απαιτείται θερμοκρασία 1492°C (ανοξειδωτος χάλυβας)⁴⁶. Η διαδικασία παραγωγής προκαλεί έκκριση στο περιβάλλον σωματιδίων, οξειδίων του θείου και του αζώτου, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων.⁴⁷ Συνεπώς και τα δύο αυτά συμβατικά δομικά υλικά είναι από την παρασκευή τους ιδιαίτερα ενεργοβόρα και προφανώς η μόλυνση επηρεάζει ως επί το πλείστον τις χώρες στις οποίες βρίσκονται τα εργοστάσια. Στο ενεργειακό αυτό ισοζύγιο πρέπει να συμπεριληφθούν και τα καύσιμα μεταφοράς των πρώτων υλών από τον τόπο εξόρυξης στο εργοτάξιο που ανάγονται σε συμβατικές, μη ανανεώσιμες μορφές ενέργειας. Σε διεθνές επίπεδο, η βιομηχανία τσιμέντου παράγει 1.6×10^9 τόνους διοξειδίου του Άνθρακα (5.0% των συνολικών εκπομπών από τις ανθρώπινες δραστηριότητες).⁴⁸ Κατά την εξόρυξη επίσης των πρώτων υλών παράγονται απόβλητα που ανέρχονται στο 27.8% του συνόλου των αποβλήτων.⁴⁹ Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στην Ελλάδα, κατά την παρασκευή του χάλυβα, τα παραπροϊόντα σκωρίας ανέρχονται σε

⁴⁵Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013

⁴⁶Μάμαλης Αθανάσιος Γ., *Τεχνολογία των κατεργασιών των υλικών: Μεταλλικά τεχνικά υλικά*, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα, 2007

⁴⁷Μπεργελές Γιώργος, Πηγές, *Διασπορά και Έλεγχος Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2010

⁴⁸Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010

⁴⁹Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

250.000 τόνους,⁵⁰ το 60.0% των οποίων απορρίπτεται στη θάλασσα.⁵¹

Στην περίπτωση που οι πρώτες ύλες ή τα οικοδομικά υλικά προέρχονται από το εξωτερικό, πρέπει να γίνει εξέταση του ενεργειακού μοντέλου του κράτους από το οποίο εισάγονται. Για παράδειγμα, μια χώρα όπως η Γαλλία ή η Ουκρανία, παράγουν πυρηνική ενέργεια σε ποσοστό παραγωγής, εν συγκρίσει των άλλων μορφές ενέργειας, 76.3% και 56.5% αντίστοιχα.⁵² Προωθώντας υλικά παρασκευασμένα από τις χώρες αυτές προωθείται και υποστηρίζεται το ενεργειακό τους μοντέλο.

Στον αντίποδα των ενεργοβόρων προβλημάτων που επιφέρει η εξόρυξη και η παραγωγή βρίσκεται το μείζον πρόβλημα της διαχείρισης των στερεών αποβλήτων των οικοδομών. Εφόσον οι ανάγκες επιβάλλουν τη γρήγορη κατεδάφιση των κτιρίων για την ανέγερση νέων, τίθεται το θέμα της εύρεσης χώρου τοποθέτησης των μπαζών. Στο σύνολο της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα οικοδομικά απορρίμματα ανέρχονται σε 450.000.000 τόνους ετησίως, ενώ τα αντίστοιχα ελληνικά σε 5.500.000 τόνους ανά έτος (2005).⁵³ Συγκριτικά με τις άλλες κατηγορίες Αστικών Στερεών Αποβλήτων, τα οικοδομικά, καταλαμβάνουν το 32.9% του συνόλου, ενώ μαζί με αυτό των εξορύξεων, το 61.7% του συνόλου.⁵⁴ Το σκυρόδεμα καταλαμβάνει το 60% των οικοδομικών αποβλήτων. Ακολουθεί το ξύλο που καταλαμβάνει το 20.0%, τα αργιλικά προϊόντα με 15.0% ενώ λιγότερα είναι τα μεταλλικά, πλαστικά και γυάλινα απόβλητα.⁵⁵ Τα οικοδομικά απόβλητα δύναται να κατηγοριοποιηθούν σε κατεστραμμένα υλικά, σε υλικά που απομένουν μετά το πέρας των εργασιών, σε "ενδιάμεσα" απόβλητα που χρησιμοποιούνται για να συνθέσουν ένα υλικό και σε απορρίμματα συσκευασίας.⁵⁶ Εκτός του χωρικού προβλήματος που δημιουργούν τα οικοδομικά απορρίμματα, ελλοχεύουν κίνδυνοι υγείας από ορισμένα στοιχεία αυτών. Στον Πίνακα 3 αναγράφονται οι ουσίες που εμπεριέχονται σε κάθε είδους οικοδομικό απόβλητο.

⁵⁰ Παπαγιάννη Ιωάννα, κα, *Αποτίμηση Κύκλου Ζωής Προϊόντων Σκυροδέματος με τη χρήση Σκυριών Χαλυβουργίας*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

⁵¹ Κομνίτσας Κώστας, *Μεταλλουργικές Διεργασίες*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά, 2010

⁵² Nuclear Energy Institute: www.nei.org

⁵³ Γκαλμπένης Χ.-Τ., Τσίμας Σ., *Διαχείριση Οικοδομικών Απορριμμάτων - Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα*, Πρακτικά 1ου πανελληνίου Συνεδρίου για την αξιοποίηση των βιομηχανικών παραπροϊόντων στη δόμηση, ΕΒΙΠΑΡ, Θεσσαλονίκη, 2005

⁵⁴ Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

⁵⁵ Γιδαράκος Ευάγγελος, *Στερεά Απόβλητα: Διαχείριση και Σχεδιασμός Συστημάτων*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά, 2015

⁵⁶ Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

ΟΥΣΙΑ	ΧΡΗΣΗ/ΠΑΡΟΥΣΙΑ
ΑΜΙΑΝΤΟΣ	Εξυγίανση παλαιών κτιρίων
BENZOLIO	Βενζίνη
ΠΡΙΟΝΙΔΙΑ ΞΥΛΟΥ	Ξυλουργικές Εργασίες
ΠΡΙΟΝΙΔΙΑ ΞΥΛΟΥ ΔΡΥΟΣ	Ξυλουργικές Εργασίες
ΝΙΚΕΛΙΟ	Ηλεκτροσυγγολήσεις
ΧΡΩΜΙΚΟΣ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	Αφαίρεση Αντισκωρικών
ΚΑΔΜΙΟ	Αφαίρεση Επιχρησμάτων
ΕΝΩΣΕΙΣ ΧΡΩΜΙΟΥ IV	Προστασία Ξύλου
ΔΙΟΞΙΝΕΣ	Εξυγίανση Καμένων Κτιρίων
ΧΡΩΜΙΚΟΣ ΜΟΛΥΒΔΟΣ	Αφαίρεση Επιχρησμάτων
ΔΙΧΛΩΡΟΜΕΘΑΝΙΟ	Διαλύτης
ΦΟΡΜΑΛΕΪΔΗ	Καθαρισμός, Απολύμανση
ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ	Μονώσεις
PCB	Λαμπτήρες Αερίου
ΧΛΩΡΙΩΜΕΝΟΙ ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ	Διαλύτες

Πίνακας 3. Ουσίες που εμπεριέχονται στα Οικοδομικά Απόβλητα (Πηγή: Αναστασοπούλου Μαρία, κα, Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012)

Στην Ελλάδα, το ποσοστό ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των οικοδομικών απορριμμάτων ανήλθε στο 5.0%, μέχρι το έτος 2005.⁵⁷ Τα μπάζα εναποθέτονταν παρανόμως σε εκτάσεις εκτός κατοικημένων περιοχών (εικόνα 9) ή νομίμως σε ΧΑΔΑ ανάμεσα σε κάθε λογής απόβλητο. Για τον περιορισμό του οικολογικού αυτού αποτυπώματος, το κράτος θέσπισε σχετική νομοθεσία⁵⁸, σύμφωνα με την οποία πέραν των άλλων, τέθηκαν ποσοτικοί στόχοι για τα επόμενα έτη. Πιο συγκεκριμένα, προβλέφθηκε: α) Κατά την 1η Ιανουαρίου 2006 η κατ' ελάχιστο αξιοποίηση του 30.0% κατά βάρος των παραγόμενων απορριμμάτων, εκ του οποίου ποσοστού να δύναται να ανακυκλωθεί το 50.0%, β) Μέχρι την 1η Ιανουαρίου 2008 η κατ' ελάχιστο αξιοποίηση του 50.0% κατά βάρος των παραγόμενων απορριμμάτων, εκ του οποίου να δύναται να ανακυκλωθεί το 50.0% και γ) κατά την 1η Ιανουαρίου 2015 η κατ' ελάχιστο αξιοποίηση του 80.0% κατά βάρος των παραγόμενων απορριμμάτων, εκ του οποίου να δύναται να ανακυκλωθεί το 50.0%.

⁵⁷ Γκαλμπένης Χ.-Τ., Τσίμας Σ., Διαχείριση Οικοδομικών Απορριμμάτων - Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα, Πρακτικά 1ου πανελλήνιου Συνεδρίου για την αξιοποίηση των βιομηχανικών παραπροϊόντων στη δόμηση, ΕΒΙΠΑΡ, Θεσσαλονίκη, 2005

⁵⁸ ΦΕΚ 1312Β/2010



Εικόνα 9. Ανεξέλεγκτη απόρριψη μπαζών σε επαρχιακό δρόμο της Δ. Αχαΐας (Πηγή: Αναστασοπούλου Μαρία, κα, Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012)

Ακόμα, οι ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων) βαθμιαία μετατράπηκαν σε ΧΥΤΑ (Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων), ως εκ τούτου λήφθηκε μέριμνα για τη συμπίεση των απορριμμάτων, την ημερήσια κάλυψή τους και τη συλλογή βιοαερίου. Ωστόσο η εφαρμογή των προβλέψεων του κράτους απέτυχε καθώς έως το 2009 συνέχισε να ανακυκλώνεται μόλις το 5.0% των οικοδομικών αποβλήτων. Εξαίρεση αποτελεί ο ΧΥΤΑ Λιοσίων στον οποίο πραγματοποιήθηκε το πρώτο πιλοτικό έργο ανακύκλωσης οικοδομικών απορριμμάτων της χώρας. Στα πλαίσια αυτού ανακυκλώθηκε το 65.0% των υλικών που συγκεντρώθηκαν από κατεδαφίσεις, ενώ το υπόλοιπο 35.0% χρησιμοποιήθηκε ως υλικό κάλυψης άλλων αποβλήτων.⁵⁹

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω στοιχεία, το περιβαλλοντικό και χωρικό πρόβλημα της διαχείρισης των οικοδομικών αποβλήτων για τον ελλαδικό χώρο είναι ιδιαίτερα οξύ. Βάσει των ρυθμών παραγωγής οικοδομικών αποβλήτων σε συνάρτηση με την πεπερασμένη διάρκεια ζωής των ΧΑΔΑ (ορισμένες δεκαετίες)⁶⁰ καθίσταται προφανές ότι στο άμεσο μέλλον δεν θα υπάρξει κατάλληλος διαθέσιμος χώρος εντός της

⁵⁹ Αναστασοπούλου Μαρία, κα, Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

⁶⁰ Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος Χ., Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2007

χώρας για την τοποθέτησή τους. Το αντίστοιχο προφανώς πρόβλημα εμφανίζεται σε όλα τα κράτη με αντίστοιχη περιβαλλοντική διαχείριση με την Ελλάδα.

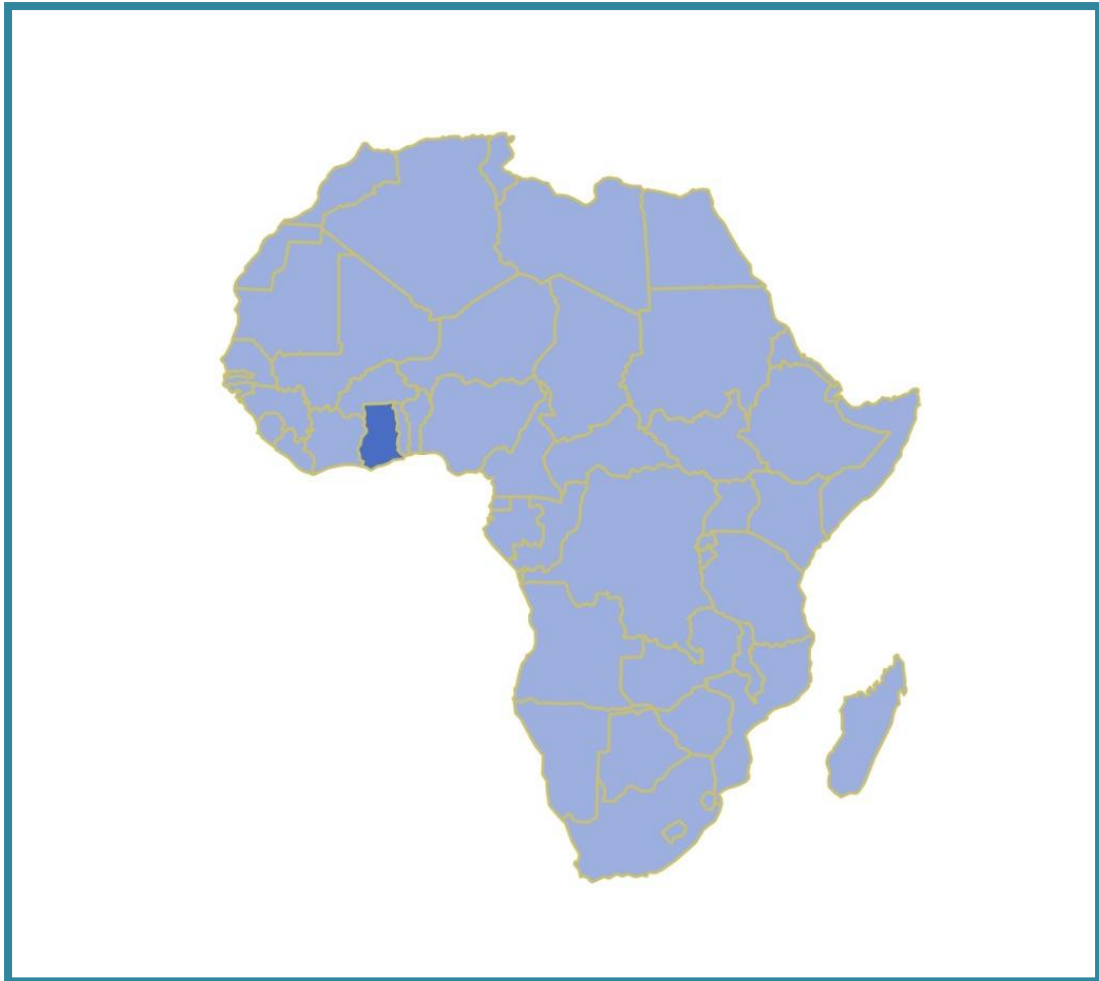
Στην περίπτωση των βιομηχανικά παραγόμενων προϊόντων οικιακής χρήσης των ανεπτυγμένων κρατών, όταν αυτά υπερβούν την προγραμματισμένη βραχύβια διάρκεια ζωής τους, μεταφέρονται στις χώρες του τρίτου κόσμου (εικόνα 10&εικόνα 11).⁶¹ Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της δυτικής Αφρικής στις χώρες της οποίας έχουν δημιουργηθεί μεγάλης κλίμακας ΧΑΔΑ, από τα ηλεκτρονικά απόβλητα που δεν παρήγαγαν ούτε χρησιμοποίησαν οι κάτοικοί τους. Εξαιτίας της εκ του διεθνούς δικαίου⁶² απαγόρευσης της μεταφοράς απορριμμάτων στις χώρες αυτές, η μεταφορά πραγματοποιείται με την εκβάπτισή τους ως "προϊόντα προς επισκευή".⁶³ Στην πραγματικότητα όμως ελάχιστα από τα προϊόντα αυτά στη πραγματικότητα επισκευάζονται. Στα πλαίσια της κατάστασης αυτής αναπτύσσονται άτυπες οικονομικές δραστηριότητες, όπως η αναζήτηση προϊόντων που μπορούν να επαναλειτουργήσουν ή η καύση των απορριμμάτων για τη συγκομιδή του μετάλλου. Οι δραστηριότητες αυτές, σε συνδυασμό με την ανοχή των τοπικών φορέων διακυβέρνησης, συντελούν στην παγκόσμια περιβαλλοντική υποβάθμιση και στην έξαρση των ασθενειών.⁶⁴ Στις εν λόγω δραστηριότητες συμμετέχουν και ανήλικοι άνθρωποι οι οποίοι εγκαταλείπουν τη σχολική τους φοίτηση ενώ θέτουν σε κίνδυνο την υγεία τους, αφού εκτίθενται σε ένα ιδιαίτερα ρυπογόνο περιβάλλον. Συνεπώς, η ήπειρος της Αφρικής τείνει εσκεμμένα να μετατραπεί στο ΧΑΔΑ των ανεπτυγμένων Ευρωπαϊκών και Αμερικανικών κρατών. Τίθεται επομένως ο προβληματισμός του εάν η διαχείριση των οικοδομικών απορριμμάτων ακολουθήσει τη διαχείριση των ηλεκτρονικών απορριμμάτων με τη μεταφορά τους σε κράτη του τρίτου κόσμου λόγω έλλειψης χώρου.

⁶¹ Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος Χ., *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2007

⁶² Σύμβαση Βασιλείας, 1992

⁶³ Γκαρालιού Κωνσταντίνα, *Διαχείριση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού με έμφαση στους Η/Υ*, Διπλωματική Εργασία ΜΠΣ, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών

⁶⁴ Σαββιλωτίδου Βασιλική, *Ποσοτική εκτίμηση τοξικών μετάλλων και επικίνδυνων ουσιών σε οθόνες LCD-TFT Απόβλητου Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού*, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά, 2013



Εικόνα 10. Η θέση της Γκάνας στην Αφρική. (Προσωπικό Αρχείο)



Εικόνα 11. Agbogbloshie, Γκάνα. (Πηγή: <http://www.aljazeera.com>)

Πέραν των οικολογικών προβλημάτων που επιφέρει η Βραχύβια Δόμηση, διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της αντικειμενικής και εμπορικής αξίας των κατασκευών. Ένα ακίνητο το οποίο επρόκειτο να "ζήσει" για μεγάλο χρονικό διάστημα προφανώς δύναται να κοστολογηθεί έναντι μεγαλύτερου αντιτίμου από κάποιο αντίστοιχο μικρότερης διάρκειας ζωής. Με την πτώση της εμπορικής αξίας των ακινήτων λόγω της διεθνούς οικονομικής κρίσης, προκύπτει ένας επιπρόσθετος προβληματισμός: Σε εθνικό επίπεδο, λαμβάνοντας σαν δεδομένο την υψηλή φορολογία της χώρας, συναρτήσει του βραχύβιου και πεπερασμένου χρόνου ζωής των κατασκευών, τίθεται το ερώτημα εάν η ενοικίαση είναι περισσότερο οικονομικά συμφέρουσα από την ιδιοκτησία.

Ακόμα, δεδομένου ότι η πλειοψηφία του πληθυσμού πλέον ζει σε πολυκατοικίες, πιθανόν να προκληθεί διχασμός στους κατοίκους, όταν το κτίριο εξαντλήσει τον προσχεδιασμένο χρόνο ζωής του και τεθεί το δίλλημα της ενίσχυσης ή της κατεδάφισης και της εκ νέου ανέγερσης. Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για ένα μεγάλο κόστος το οποίο είναι πιθανόν να μην είναι δυνατόν όλοι να ξοφλήσουν. Έτσι, το ενδεχόμενο της συμφωνίας, εξαρτάται άμεσα από τον αριθμό των κατοικιών και τίθεται ένα ηθικό δίλλημα του αν πρέπει τέτοιας βαρύτητας αποφάσεις να λαμβάνονται από την πλειοψηφία ή την ομοφωνία.

Τέλος, σε κοινωνικό επίπεδο τίθεται ένας ηθικός προβληματισμός ως προς την τάση απόκτησης εξοχικών κατοικιών, με την οικονομική ανάκαμψη των δυτικών κυρίως κοινωνιών κατά το 2ο μισό του 20ου αιώνα. Οι εξοχικές κατοικίες, αφού δεν σχεδιάστηκαν για μόνιμη χρήση, είναι κατά τη μεγαλύτερη χρονική διάρκεια της ζωής τους αχρησιμοποίητες. Ως εκ τούτου, όσο οι κατοικίες ανά οικογένεια πολλαπλασιάζονται, πολλαπλασιάζονται και τα προβλήματα της βραχύβιας δόμησης. Ο πολλαπλασιασμός στην προκειμένη περίπτωση πραγματοποιείται σε υπερθετικό βαθμό αφού ο χρόνος πραγματικής λειτουργίας των κτιρίων ως κατοικίες είναι δυσανάλογος της οικονομικής και οικολογικής ζημίας. Παράλληλα, είναι άξια προβληματισμού, η αναλογία του αριθμού των αστέγων σχετικά με τον αριθμό των εξοχικών κατοικιών που λειτουργούν παροδικά.

Προβληματισμοί Σχετικά με τη Σύγχρονη Δόμηση Συγκριτικά με αυτή του Παρελθόντος



Εικόνα 12. Παραδοσιακή Κατοικία στη Κύθνο. Σχέδιο του Christian Χάνσεν (Πηγή: Haugsted Ida, Βαφέας Κώστας Μ., *Η Κύθνος στα 1700, 1836, 1845, Σύνδεσμος Κυθνίων, 1987*)

Τα προβλήματα της βραχύβιας δόμησης που ανάγονται σε περιβαλλοντικά, ενεργειακά, χωρικά, οικονομικά και κοινωνικά εγείρουν ένα σύνολο ευρύτερων προβληματισμών σχετικά με τον σύγχρονο τρόπο δόμησης και τρόπου διαβίωσης εν γένει. Το μέγεθος των προβληματισμών καθίσταται εντονότερο κατά τη σύγκριση της σύγχρονης δόμησης με αυτήν του παρελθόντος.

Η Παραδοσιακή Αρχιτεκτονική⁶⁵ χαρακτηρίζεται από μορφολογική λιτότητα, διαύγεια των κατασκευών και λειτουργικότητα, παρά τους περιορισμένους πόρους και το περιορισμένο θεωρητικό επιστημονικό υπόβαθρο των κατασκευαστικών συνεργείων του παρελθόντος. Κτίρια κατοικιών όπως αυτό της εικόνας 12 άντεξαν στη φθορά του χρόνου και αποτελούν σήμερα αναπόσπαστο μέλος της διεθνούς πολιτιστικής κληρονομιάς.

Τα κτίρια αυτά κατασκευάζονταν από τοπικά υλικά δόμησης που συνήθως βρίσκονταν εντός του οικοπέδου καθώς το κόστος

⁶⁵Σύμφωνα με τον Raporport η Αρχιτεκτονική χωρίζεται σε Πρωτόγονη, Παραδοσιακή και Σύγχρονη. Πηγή: RaporportAmos, Φιλιππίδης Δημήτρης, *Ανώνυμη Αρχιτεκτονική και Πολιτιστικοί παράγοντες*, Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα, 2010

μεταφοράς τους από άλλες μακρινές τοποθεσίες ήταν υψηλό. Η θέση του κτιρίου στο οικόπεδο καθορίζονταν από γεωμορφολογικούς (πχ κλίση εδάφους) και κλιματολογικούς (πχ επικρατούν άνεμος) παράγοντες. Παράλληλα λαμβάνονταν υπόψη ο προσανατολισμός για την καλύτερη τοποθέτηση των ανοιγμάτων προκειμένου να εξασφαλιστεί ο ηλιασμός του χώρου ενώ παράλληλα να ελαχιστοποιηθούν οι θερμικές απώλειες. Η εξωτερική τοιχοποιία των κατοικιών μόνιμης κατοίκησης επιχρίονταν⁶⁶ προκειμένου να προστατευτεί ο φέρων οργανισμός από την περιβαλλοντική διάβρωση και να αυξηθεί η διάρκεια ζωής του κτιρίου. Κατά το τέλος της ζωής του το κτίριο δεν κατεδαφίζονταν αλλά αποδομούνταν προσεκτικά έτσι ώστε τα καλής κατάστασης, συνήθως λίθινα, μέλη να χρησιμοποιηθούν εκ νέου στο προς ανέγερση κτίριο. Η λιθολόγηση ανάγεται σε οικονομικά αίτια, όμως προϋποθέτει ότι τα οικοδομικά είναι εκ της φύσης τους ανακυκλώσιμα όπως συμβαίνει στη περίπτωση του λίθου.

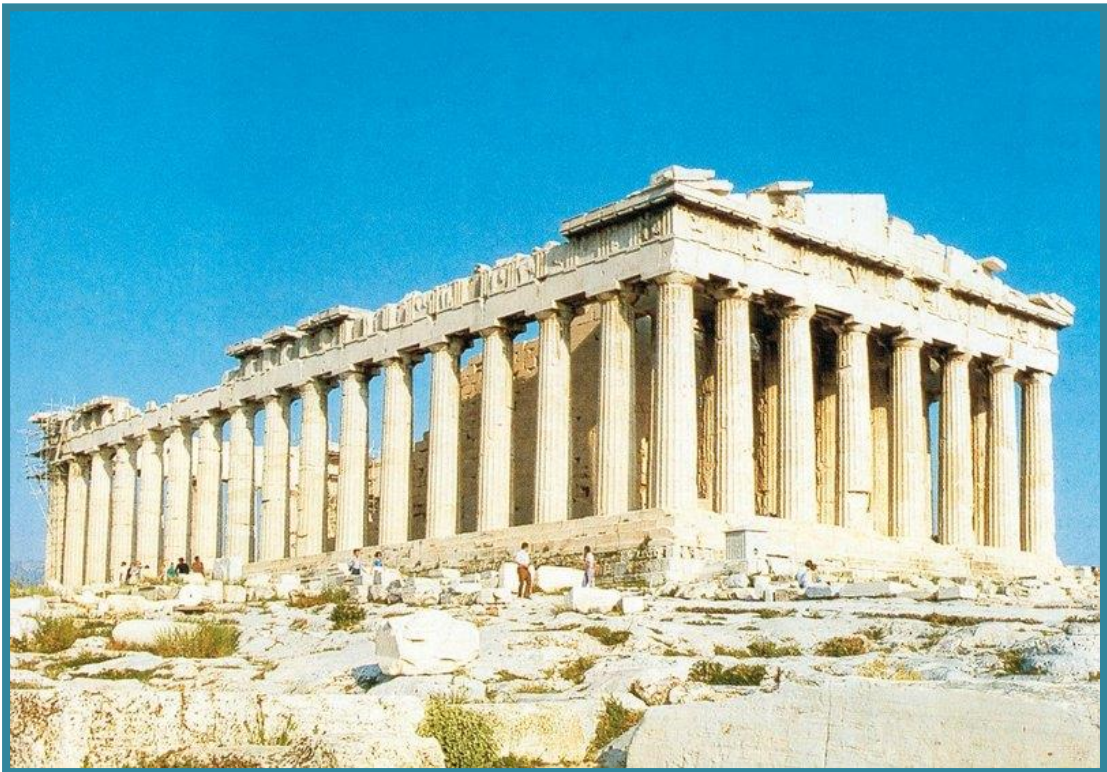


Εικόνα13. Shard London Bridge Tower, Λονδίνο, 2012.Ένα Ηθελημένο Μνημείο που σχεδιάστηκε με προσδόκιμο όριο ζωής 100 χρόνια (σύμφωνα με την αντίστοιχη κατηγορία στους Ευρωκώδικες). (Πηγή: <http://www.theindustrylondon.com>)

⁶⁶Στη περίπτωση των Κυκλάδων το επίχρισμα ήταν γενικευμένο ήδη από την Ελληνική Επανάσταση (1821). Πηγή: Τζάκου Ε. Αναστασία, *Κεντρικοί οικισμοί της Σίφνου, Μορφή και εξέλιξη σε ένα παραδοσιακό σύστημα*, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 1979



Εικόνα 14. BurjKhalifa (Πηγή: <http://partsolutions.com>)



Εικόνα 15. Ο Παρθενώνας, Αθήνα, 450 π.Χ. Ένα Ηθελημένο Μνημείο που σχεδιάστηκε για να διαρκέσει για πάντα (Πηγή: Gombrich E.H., *Το Χρονικό της Τέχνης*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, 1998)

Επομένως, η φιλοσοφία κατασκευής τους ήταν μακράν διαφορετική από αυτή των σύγχρονων καταναλωτικών κοινωνιών. Κτίρια όπως αυτό της εικόνας 12, ανήκουν σήμερα στα αθέλητα μνημεία. Ως αθέλητα μνημεία ορίζονται τα αρχιτεκτονικά κατάλοιπα του παρελθόντος τα οποία δεν σχεδιάστηκαν εκ των

προτέρων με στόχο τη διατήρηση διαρκώς παρουσών και ζωντανών τεχνών ή πράξεων στη συνείδηση των μελλοντικών γενιών (ηθελημένα μνημεία). Αντιθέτως, τα έργα αυτά αποκτούν υποκειμενικό νόημα και τους προσδίδεται η σημασία του μνημείου από μεταγενέστερα υποκείμενα, εξαιτίας της ιστορικής και καλλιτεχνικής τους αξίας.⁶⁷

Λόγω της βραχύβιας δόμησης, τα σύγχρονα κτίρια ίσως να μην μπορέσουν ποτέ να γίνουν αθέλητα μνημεία καθώς δεν θα διαρκέσουν τόσο ώστε να αναγνωριστούν ως τέτοια από τους ανθρώπους του μέλλοντος. Ακόμα και τα μεγάλης κλίμακας σύγχρονα κτίρια (εικόνα 13) που σχεδιάστηκαν για να γίνουν μνημεία (ηθελημένα), δεν επρόκειτο να ζήσουν μακράν πέραν ενός πεπερασμένου ορίου που έχει εκ των προτέρων οριστεί.⁶⁸ Χαρακτηριστικό της πλειοψηφίας των κτιρίων αυτών είναι η εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας με στόχο την ανάδειξή τους εις βάρος προγενέστερων κτιρίων ανάλογης κατηγορίας (πχ. ύψος, κλίση, κτλ). Για παράδειγμα το Burj Khalifa (εικόνα 14) σχεδιάστηκε για να γίνει το ψηλότερο κτίριο στο κόσμο. Όταν κατασκευαστεί κάποιο ακόμα ψηλότερο κτίριο, αυτομάτως θα "ακυρώσει" το λόγο κατασκευής του Burj Khalifa και θα το επισκιάσει. Ως εκ τούτου, με την αναπαραγωγή της υφιστάμενης κατάστασης, είτε λόγω της διάρκειας ζωής των κατασκευών είτε λόγω της μελλοντικής απαξίωσης των μεγάλης κλίμακας κατασκευών, είναι περισσότερο δύσκολο να υπάρξουν ηθελημένα μνημεία, σύμβολα της αιωνιότητας (εικόνα 15).

Συνεπώς, είναι άξιο προβληματισμού το γεγονός ότι η σύγχρονη δόμηση, η οποία είναι προϊόν ανθρώπων επιστημονικής κατάρτισης, παρουσιάζει σημαντικά προβλήματα σε όλες τις πτυχές του πολιτισμού, ενώ αντίθετα η παραδοσιακή, αποτέλεσμα εργασίας ανθρώπων απουσίας θεωρητικού υποβάθρου, συγκεντρώνει τόσες αρετές. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική εξάλλου έγινε αντικείμενο μελέτης πολλών Ελλήνων και ξένων αρχιτεκτόνων, επηρεάζοντας το έργο τους.⁶⁹ Σε αυτή ο Le Corbusier εντόπισε το μέτρο και την ανθρώπινη κλίμακα, διαμορφώνοντας τις αρχές του μοντέρνου κινήματος.⁷⁰

⁶⁷ Riegl Alois, *Ουσία και Γένεση της Μοντέρνας Λατρείας των Μνημείων*, Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών, Αθήνα, 2006

⁶⁸ Μια υποτιθέμενη ενίσχυση στο μέλλον μπορεί να αυξήσει αυτή τη διάρκεια, όμως και σε αυτή τη περίπτωση η διάρκεια ζωής θα είναι και πάλι πεπερασμένη.

⁶⁹ Λάββας Γεώργιος, *Επίτομη Ιστορία της Αρχιτεκτονικής*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2002

⁷⁰ Αρχιτεκτονικά Δοκίμια 1, *Le Corbusier, Συναντήσεις με τη Μεσόγειο*, Διαγωνισμός δοκιμίων 2016, Κέντρο Αρχιτεκτονικής Μεσογείου, Χανιά, 2016

Νέες προοπτικές

Τα παραπάνω προβλήματα και προβληματισμοί σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση στον τομέα της δόμησης οφείλουν να αποτελέσουν έναυσμα για την αντιμετώπισή τους. Η αντιγραφή προφανώς της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής για την επίλυση των προβλημάτων που εγείρονται θα ήταν μια ανεδαφική προσέγγιση. Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική έλαβε χώρα κάτω από εντελώς διαφορετικές συνθήκες με αποτέλεσμα η όποια αντιγραφή της να μην ανταποκρίνεται στις ανάγκες των σύγχρονων ανθρώπων. Παράλληλα, μια αντιγραφή ενός πετυχημένου, υπό συνθήκες, μοντέλου δόμησης του παρελθόντος, θα περιορίσει οποιαδήποτε πιθανότητα εξέλιξης. Ο προβληματισμός αυτός φαίνεται ότι επηρέασε ήδη από τα μέσα του περασμένου αιώνα επιφανείς αρχιτέκτονες όπως τον Άρη Κωνσταντινίδη ο οποίος προσπάθησε να ερμηνεύσει την έννοια της παράδοσης και τη στάση του αρχιτέκτονα ως προς αυτή.

*"Γιατί παράδοση δέ σημαίνει να αντιγράψουμε τα εξωτερικά μορφολογικά στοιχεία που στέκουνε στα παλιά σπίτια, κι όταν αυτό το κάνουμε με σύγχρονα υλικά και με σύγχρονους κατασκευαστικούς τρόπους (-γιατί αυτό είναι σκηνογραφία και όχι αρχιτεκτονική), αλλά παράδοση, δηλαδή να κρατάει κανείς την παράδοση, σημαίνει να είναι ο κάθε άνθρωπος στην εποχή του και με τα έργα του σύγχρονος και προοδευτικός."*⁷¹

Αυτό που δύναται επομένως η παραδοσιακή αρχιτεκτονική να αποτελέσει είναι ένα επιτυχές παράδειγμα αρχιτεκτονικής μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου ώστε ο σύγχρονος αρχιτέκτονας με τη σειρά του, να δημιουργήσει κάτι εξίσου επιτυχές, βάσει των αναγκών του παρόντος.

Για την αναζήτηση βιώσιμων λύσεων, αν κάτι οφείλει ο σύγχρονος άνθρωπος να μιμηθεί, αυτό είναι η φύση. Η φύση αποτελεί ένα εργοστάσιο συνεχούς παραγωγής τα προϊόντα της οποίας μετά τη γόνιμη φάση τους δεν αποτελούν απόβλητα αλλά τροφή άλλων οργανισμών, που με την ελάχιστη δυνατή ενέργεια παράγει το μέγιστο αποτέλεσμα.⁷² Ο χαρακτηρισμός εξάλλου ενός αντικειμένου ως "απόβλητο" είναι υποκειμενικός, καθώς για διαφορετικούς χρήστες με διαφορετικές ανάγκες δύναται να χαρακτηριστεί ως αγαθό.⁷³

Παράλληλα, απαιτείται επαναπροσδιορισμός της λέξης αειφορίας. Κατά το παρόν, η επικρατούσα άποψη σχετικά με την

⁷¹Κωνσταντινίδης Άρης, *Για την Αρχιτεκτονική*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 2011

⁷²Ηλιόπουλος Βασίλης, *Ελαφριές Μεταβλητές Κατασκευές*, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα, 1993

⁷³Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος Χ., *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2007

έννοια της αειφόρου ανάπτυξης, την ερμηνεύει ως οικονομική μεγέθυνση, που διατηρεί το συνολικό της κεφάλαιο σταθερό. Η ανάπτυξη αυτή, επονομαζόμενη ως ασθενώς αειφορική, σχετίζεται με τη διαχρονική κατανομή του κεφαλαίου στο σύνολό του, με τρόπο ώστε να επιτευχθούν ίσες ευκαιρίες και αντίστοιχη ευημερία στην παρούσα και τις μελλοντικές γενιές. Η έννοια της ασθενούς αειφορικής ανάπτυξης είναι αρκετά εύθραυστη καθώς δεν λαμβάνονται υπόψη τα όρια της κάθε επιμέρους μορφής κεφαλαίου ξεχωριστά (περιβαλλοντικό, κοινωνικό, οικονομικό). Έτσι, η μεγέθυνση του ενός μεγέθους συνεπάγεται με μείωση κάποιου άλλου. Επομένως, ανάλογα με τη κλίμακα της μεγέθυνσης δύναται να εκμηδενιστούν οι άλλες παράμετροι. Για την επίτευξη της ισχυρής αειφορίας, επιβάλλεται η θέσπιση ενός ελάχιστου ορίου, όχι μόνο για το σύνολο του κεφαλαίου, αλλά και για την κάθε μορφή του.⁷⁴ Έτσι, το τεράστιο οικονομικό όφελος των επενδύσεων που σήμερα επισκιάζει τις άλλες μορφές κεφαλαίου, δεν θα μπορεί να επεκταθεί πέραν κάποιων ορίων, εις βάρος τους.

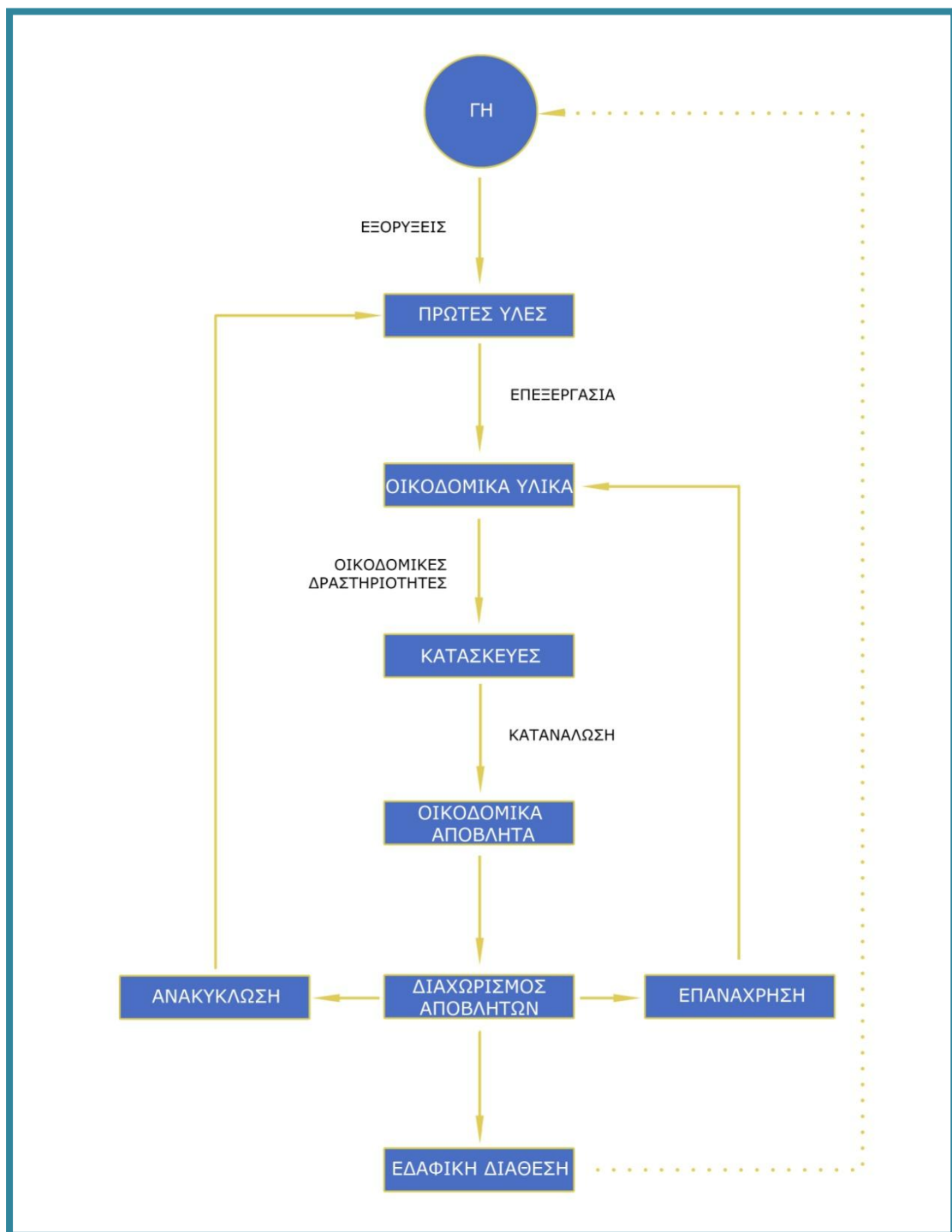


Διάγραμμα 5. Ιεράρχηση Μεθόδων Διαχείρισης Οικοδομικών Αποβλήτων (Πηγή: Τσακαλάκης Κωνσταντίνος κα, Διεργασίες Ελάττωσης Μεγέθους & Διαλογής Σκυροδέματος στη Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών από Σκυρόδεμα, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος "Κατασκευές από Σκυρόδεμα" - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016, με προσωπική επεξεργασία)

Συνεπώς, αν η δόμηση κινηθεί με βάση την ισχυρή αειφορία, αντιγράφοντας το μοντέλο της φύσης, όχι μόνο θα λυθεί το περιβαλλοντικό και χωρικό πρόβλημα της διάθεσης των απορριμμάτων, αλλά θα μειωθεί και η ατέρμονη παραγωγή υλικών. (διάγραμμα 5). Παράλληλα η παραγωγική διαδικασία θα λάβει κυκλική μορφή (διάγραμμα 6), δηλαδή τα τελευταία του στάδια θα

⁷⁴ Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος Χ., *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2007

έχουν τη δυνατότητα να συνδεθούν με τα πρώτα, απορρίπτοντας έτσι τη γραμμικότητα της προηγούμενης μορφής του (διάγραμμα 2).



Διάγραμμα 6. Προτεινόμενο Μοντέλο Παραγωγικής Διαδικασίας (Προσωπικό Αρχείο)

Πρώτο στάδιο του προτεινόμενου μοντέλου διαχείρισης των οικοδομικών απορριμμάτων σύμφωνα με τις ευρωπαϊκές και εθνικές

οδηγίες είναι η πρόληψη παραγωγής τους.⁷⁵ Ο στόχος είναι η μείωση της ποσότητας παραγωγής οικοδομικών απορριμμάτων, του ενεργειακού περιεχομένου και του χαρακτήρα επικινδυνότητας των δομικών υλικών. Για την αποφυγή παραγωγής οικοδομικών απορριμμάτων πρέπει να γίνει στροφή στο υπάρχον κτιριακό απόθεμα μέσα από τη διατήρηση και ανακαίνισή του (Retain), την επαναφορά και αποκατάστασή του στον αστικό ιστό (Rehabilitate), την προσαρμογή του σε νέες χρήσεις (Repurpose/Reuse) και την αποδόμηση⁷⁶ – προσεκτική κατεδάφισή του σε περίπτωση που δεν δύναται να αποκατασταθεί (Reuse materials). Η προσεκτική κατεδάφιση περιλαμβάνει τα εξής στάδια: α) την επιλεκτική αφαίρεση υλικών αξίας πώλησης, β) την επιλεκτική αφαίρεση επικίνδυνων υλικών που επρόκειτο να μολύνουν το μείγμα των οικοδομικών αποβλήτων, γ) την επιλεκτική αφαίρεση υλικών τα οποία αν δεν αφαιρεθούν επρόκειτο να μειώσουν κατά τη σύνθλιψή τους την αξία των άλλων οικοδομικών αποβλήτων και δ) τη χημική επί τόπου επεξεργασία των μολυσμένων μερών της δομής του κτιρίου.⁷⁷ Τα μη φέροντα δομικά στοιχεία οφείλουν να είναι τοποθετημένα και σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να καθίσταται εύκολη η αφαίρεση και η αντικατάστασή τους, σε περίπτωση που η διάρκεια ζωής τους είναι μικρότερη από αυτή του φέροντος οργανισμού (πχ περίπτωση μόνωσης).

Για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών ρίπων εξαιτίας της διακίνησης των πρώτων υλών είναι σκόπιμο να εξετάζεται η επιλογή των υλικών κατά τόπους. Κάθε κράτος παράγει ορισμένα οικοδομικά υλικά, των οποίων ενδείκνυται η προώθηση τους, εν συγκρίσει με την εισαγωγή άλλων από το εξωτερικό. Τα υλικά αυτά αναφέρονται τόσο για τα δομικά στοιχεία, όσο και για τα στοιχεία πλήρωσης και τελειωμάτων.

Το δεύτερο στάδιο του προτεινόμενου μοντέλου διαχείρισης των οικοδομικών απορριμμάτων περιλαμβάνει τη μείωση των απορριμμάτων, στην οποία ανήκει η ανακύκλωση και η ανάκτηση. Η ανακύκλωση δύναται να πραγματοποιηθεί τόσο εντός των εγκαταστάσεων του εργοταξίου όσο και εκτός και οφείλει να ανακτήσει τα υλικά πλησίον του αρχικού επιπέδου ποιότητάς τους. Τα οφέλη της ανακύκλωσης είναι πολλαπλά. Εκτός της εξοικονόμησης χώρου στους ΧΑΔΑ, εξοικονομείται ενέργεια, πόροι, αλλά και χρήματα από τη μείωση του κόστους του εκάστοτε έργου, ενώ περιορίζονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

⁷⁵ Τσακαλάκης Κωνσταντίνος κα, *Διεργασίες Ελάττωσης Μεγέθους & Διαλογής Σκυροδέματος στη Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών από Σκυρόδεμα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος "Κατασκευές από Σκυρόδεμα" - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

⁷⁶ "Ως αποδόμηση ορίζεται η αποσυναρμολόγηση των κτιρίων για την ασφαλή και αποτελεσματική μεγιστοποίηση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης των υλικών τους." Πηγή: Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

⁷⁷ Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

Η ανακύκλωση των οικοδομικών απορριμμάτων δεν είναι μια καινούρια μέθοδος αλλά πραγματοποιείται εδώ και ορισμένες δεκαετίες σε αναπτυγμένες χώρες της Ευρώπης υψηλού κατά κεφαλήν εισοδήματος, όπως η Δανία, η Ολλανδία, η Γερμανία, η Σουηδία, η Αυστρία και η Αγγλία. Πιο συγκεκριμένα, η Ολλανδία κατάφερε να φτάσει το 90.0% της ανάκτησης ανακυκλώσιμων υλικών ενώ η Δανία ξεπέρασε το 82.0%, ήδη από το 2000, παρά τους έντονους περιορισμούς, οι οποίοι έφτασαν ακόμη και σε απαγόρευση ταφής των ανακυκλώσιμων οικοδομικών απορριμμάτων.⁷⁸ Σήμερα η Ολλανδία έχει αγγίξει το 100.0%.⁷⁹ Οι ΗΠΑ ήδη από το 2004 χρησιμοποιούσαν το 30.0-45.0% των οικοδομικών τους απορριμμάτων για έργα οδοποιίας και πεζοδρομήσεις και η Ιαπωνία χρησιμοποιεί το 96.0% ήδη από το 2000.⁸⁰

Στην περίπτωση του χάλυβα, η ανακύκλωσή του, εξοικονομεί κατά 90.0% περίπου τις εισροές πρώτων υλών και κατά 75% περίπου μειώνει την εισροή ενέργειας. Η σύγχρονη τεχνολογία παρέχει τη δυνατότητα παραγωγής χάλυβα 100.0% από ανακυκλωμένα υλικά, με αυξημένη όμως ενεργειακή κατανάλωση.⁸¹ Σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας παραγωγής χάλυβα, η θερμότητα που εκλύεται κατά την παρασκευή του, θα πρέπει να μην απορροφάται από το περιβάλλον αλλά να χρησιμοποιείται εκ νέου στις διεργασίες των εργοστασίων ή να μεταφέρεται ως ηλεκτρική ενέργεια εκτός αυτού.⁸² Παράλληλα, ιδιαίτερα χρήσιμη πρώτη ύλη αποτελεί η σκόνη που εμπεριέχεται στα αέρια προϊόντα της τήξης των μετάλλων.⁸³ Σημαντικό είναι ότι η σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να αξιοποιήσει την απορριπτόμενη προς το περιβάλλον χαλυβουργική σκωρία για την παρασκευή σκυροδέματος μεγάλου ειδικού βάρους. Η πυκνότητά της, 3330 kg/m³ έναντι 2650 kg/m³ των αδρανών ενδεικνύονται για την εν μέρει και σε πειραματικό στάδιο εξολοκλήρου, αντικατάστασή τους.⁸⁴

⁷⁸ Γκαλμπένης Χ.-Τ., Τσίμας Σ., *Διαχείριση Οικοδομικών Απορριμμάτων - Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα*, Πρακτικά 1ου πανελληνίου Συνεδρίου για την αξιοποίηση των βιομηχανικών παραπροϊόντων στη δόμηση, ΕΒΙΠΑΡ, Θεσσαλονίκη, 2005

⁷⁹ Τσακαλάκης Κωνσταντίνος κα, *Διεργασίες Ελάττωσης Μεγέθους & Διαλογής Σκυροδέματος στη Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών από Σκυρόδεμα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος "Κατασκευές από Σκυρόδεμα" - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

⁸⁰ Rao Akash, κα, *Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete*, Science Direct, 2006

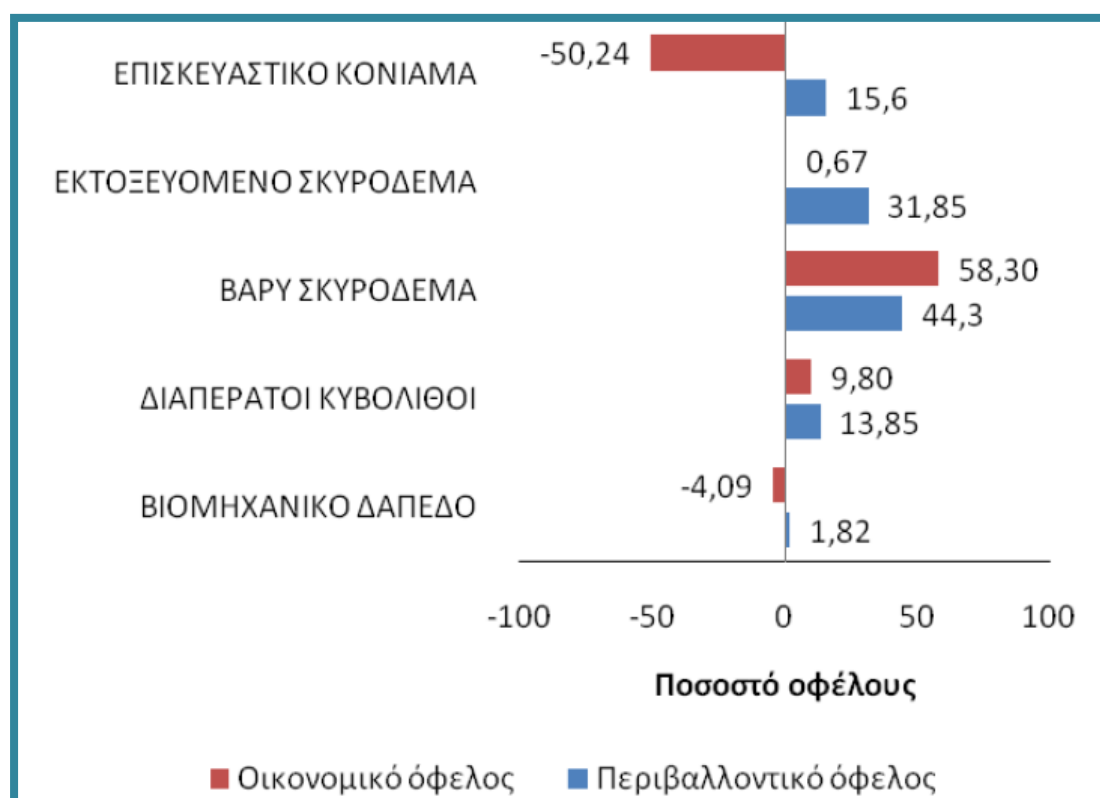
⁸¹ Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Ανακοίνωση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών, Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη χαλυβουργία στην Ευρώπη*, Στρασβούργο, 2013

⁸² Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Ανακοίνωση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών, Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη χαλυβουργία στην Ευρώπη*, Στρασβούργο, 2013

⁸³ Κομνίτσας Κώστας, *Μεταλλουργικές Διεργασίες*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά, 2010

⁸⁴ Αναστασίου Ελευθέριος Ι., κα, *Σύνθεση Σκυροδέματος μεγάλου ειδικού βάρους με Σκωρίες Χαλυβουργίας και Ίνες Χάλυβα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

Η μετατροπή του σκυροδέματος σε ανθρακικό ασβέστιο κατά τη διαδικασία της ενανθράκωσης, επιτρέπει τη χρήση του ως αδρανές υλικό για την παρασκευή νέου σκυροδέματος. Το ανακυκλώσιμο σκυρόδεμα έχει αντοχή 10.0% χαμηλότερη από το συμβατικό, ποσοστό όμως που δύναται να ελαττωθεί με τις σύγχρονες μεθόδους παραγωγής. Ανάλογα την περίπτωση χρησιμοποιούνται μόνιμα ή αυτοφερόμενα συγκροτήματα ανακύκλωσης, στα οποία πραγματοποιείται η πλύση και η θραύση του σκυροδέματος, η αφαίρεση των μεταλλικών στοιχείων με τη βοήθεια μαγνητών και την κοσκίνηση του πολτού.⁸⁵ Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή επισκευαστικού κονιάματος, εκτοξευόμενου σκυροδέματος, ή κυβόλιθων σκυροδέματος στα δάπεδα των εξωτερικών χώρων. Στην τελευταία περίπτωση ενδείκνυται η μερική αντικατάσταση των ασβεστολιθικών αδρανών από χαλυβουργική σκωρία, καθώς το τελικό προϊόν είναι υδατοπερατό.⁸⁶ Η αντικατάσταση των αδρανών από παλαιό σκυρόδεμα που μπορεί να φτάσει στο 15.0-35.0%, βοηθάει επίσης στη μείωση της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).



Διάγραμμα 7. Συνολικό Περιβαλλοντικό και Οικονομικό Όφελος κάθε εφαρμογής σαν ποσοστό του εναλλακτικού σεναρίου επί του σεναρίου αναφοράς. (Πηγή: Παπαγιάννη Ιωάννα, κα, *Αποτίμηση Κύκλου Ζωής Προϊόντων Σκυροδέματος με τη χρήση Σκωριών Χαλυβουργίας*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016)

⁸⁵Εφραιμίδης Χαράλαμπος Ι, *Παραγωγή Αδρανών Υλικών από Ανακύκλωση παλαιών Σκυροδεμάτων*, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 2008

⁸⁶Αναστασίου Ελευθέριος Ι., κα, *Χρήση Αδρανών Σκωρίας για την Παραγωγή Διαπερατών Κυβόλιθων για Επίστρωση Εξωτερικών Χώρων*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

Είναι ιδιαίτερα θετικό ότι κατά τα τελευταία χρόνια η χρήση ανακυκλώσιμων υλικών έχει αρχίσει να εφαρμόζεται στις τσιμεντοβιομηχανίες της χώρας σε ποσοστό της τάξεως του 7.0%.⁸⁷ Ωστόσο για την επιτυχή εφαρμογή της ανακύκλωσης δεν αρκεί η ηθική ευσυνειδησία των παραγωγών και καταναλωτών, αλλά πρέπει να δοθούν τα ανάλογα οικονομικά κίνητρα από το κράτος. Σε αντίθετη περίπτωση αν κάποιο οικοδομικό υλικό έχει χαμηλό κόστος παραγωγής, είναι πιθανότερο ο παραγωγός να μην προτιμήσει τη λύση της ανακύκλωσης (διάγραμμα 7). Σε κάθε περίπτωση η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προδιαγράψει το ποσοστό της ανακύκλωσης από κατασκευές και κατεδαφίσεις σε 70.0% κατά το έτος 2020.⁸⁸

Στο δεύτερο στάδιο του προτεινόμενου μοντέλου διαχείρισης οικοδομικών απορριμμάτων εκτός της ανακύκλωσης ανήκει και η μέθοδος της ανάκτησης. Η μέθοδος αυτή σχετίζεται με την αποτέφρωση των οικοδομικών απορριμμάτων, από την οποία ενίοτε παράγεται ενέργεια. Τα οφέλη αυτής της μεθόδου είναι η εξοικονόμηση χώρου και ο περιορισμός των εκκρινόμενων από τα απορρίμματα ρύπων, που συχνά είναι πιο επιβλαβή προς το περιβάλλον από τα προϊόντα της καύσης. Το τρίτο και τελευταίο στάδιο του προτεινόμενου μοντέλου περιλαμβάνει την εδαφική διάθεση των απορριμμάτων στους ΧΑΔΑ και αποτελεί τη χειρίστη λύση, που πραγματοποιείται όταν δεν δύναται να πραγματοποιηθεί καμία άλλη.

Για την επίτευξη αυτού του μοντέλου διαχείρισης οικοδομικών απορριμμάτων, ο κύκλος ζωής των επί μέρους υλικών των κατασκευών πρέπει να καθορίζεται εξ αρχής, μαζί με τη γενικότερη τεχνοοικονομική ανάλυση, καθώς και ο προσδιορισμός του χρόνου της 1ης επισκευής όταν η επιτελεστικότητα φτάσει το κατώτατο όριο (διάγραμμα 8).⁸⁹ Στον κύκλο αυτόν εντάσσονται η βιωσιμότητα και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υλικών, η ενσωματωμένη ενέργεια⁹⁰ των υλικών, η χρήση ΑΠΕ για την παρασκευή των υλικών, η τοπική διαθεσιμότητά τους, οι επιπτώσεις σε οικοτόπους, οι εκπομπές τοξικών στοιχείων και η ευκολία ανακύκλωσης ή επαναχρησιμοποίησης τους μετά το πέρας της ωφέλιμης ζωής τους.⁹¹

⁸⁷Τιτάν, *Κυκλική Οικονομία, Ρεαλιστική απάντηση στην ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη*, Τιτάν, 2016

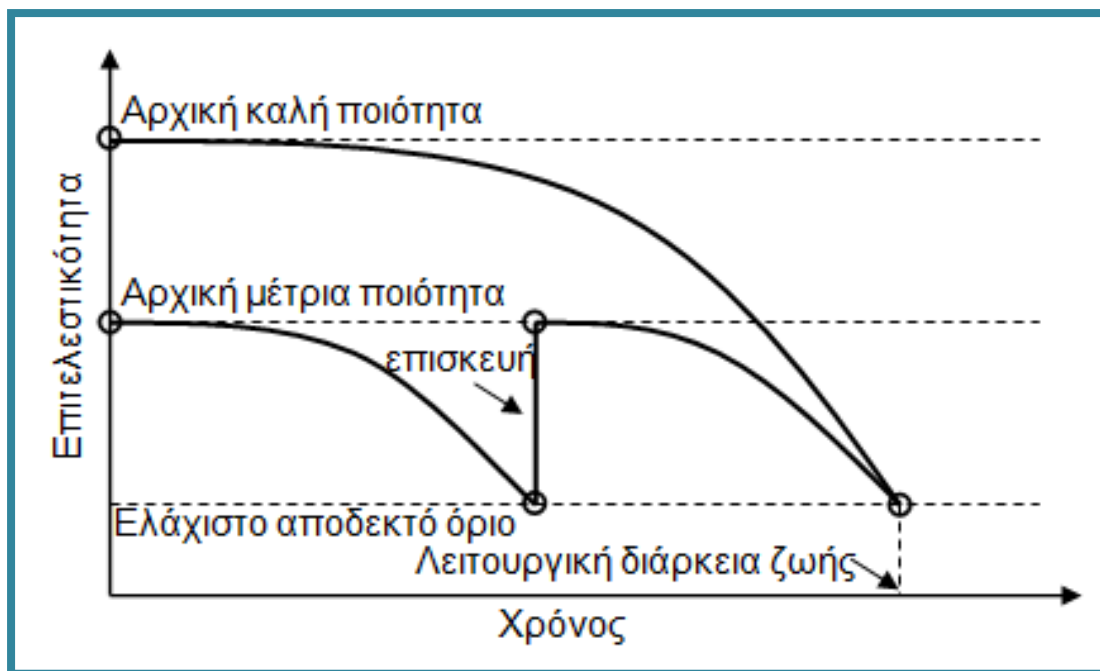
⁸⁸Εφραιμίδης Χαράλαμπος Ι, *Παραγωγή Αδρανών Υλικών από Ανακύκλωση παλαιών Σκυροδεμάτων*, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 2008

⁸⁹Πρέπει να σημειωθεί ότι το κόστος της επισκευής είναι ανάλογο με αυτό της εκ νέου ανέγερσης.

Πηγή: Παπαδάκης Ευάγγελος Γ., *Υπολογισμός Διάρκειας Ζωής Οπλισμένου Σκυροδέματος λόγω Διάθρωσης Οπλισμού*, ΤΕΕ, Ιωάννινα, 2004

⁹⁰Ως ενσωματωμένη ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που χρησιμοποιείται για τη διάρκεια όλων των σταδίων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, με στόχο τη παραγωγή, τη μεταφορά, τη χρήση και την απόρριψη του προϊόντος. Πηγή: Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012

⁹¹Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012



Διάγραμμα 8. Σχέση Επιτελεστικότητας - Διάρκεια Ζωής κατασκευών από Σκυροδέμα (Πηγή: Παπαδάκης Ευάγγελος Γ., Υπολογισμός Διάρκειας Ζωής Οπλισμένου Σκυροδέματος λόγω Διάθρωσης Οπλισμού, ΤΕΕ, Ιωάννινα, 2004)

ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ (% ΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ)	ΓΩΝΙΑΚΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΟΡΟΦΟΥ (‰)
0	0
0.5	1
5	2
20	4
45	10
80	18
100	30

Πίνακας 4. Συσχέτιση της μέγιστης γωνιακής παραμόρφωσης ορόφου με το κόστος επισκευής. (Πηγή: Μανούκας Γρηγόριος, *Επιρροή του στόχου σχεδιασμού στο συνολικό κόστος κτιρίων Ο/Σ - Εξέταση εναλλακτικών σεισμικών σεναρίων*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016)

Τόσο στην περίπτωση του σκυροδέματος όσο και του δομικού χάλυβα, το κόστος αποκατάστασης είναι ανάλογο με αυτό της εκ νέου ανέγερσης. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζεται η αναλογία αυτή, ανάλογα του βαθμού αστοχίας. Σύμφωνα με τον "νόμο των 5" του De Sitter: "1 € ξοδευμένο κατά την αρχική φάση σχεδιασμού, κατασκευής και ωρίμανσης, ισοδυναμεί με 5 € που ξοδεύονται για παρεμπόδιση των μηχανισμών εισαγωγής στην διάβρωση, ισοδυναμεί με 25 € που ξοδεύονται για παρεμπόδιση των μηχανισμών διάδοσης

της διάβρωσης, ισοδυναμεί με 125 € που ξοδεύονται προς αποκατάσταση των εκτεταμένων φθορών της κατασκευής, κλπ."⁹²

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, βασικότερο αίτιο αστοχίας των φερόντων στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος δεν είναι η αντοχή τους αλλά η διάβρωσή τους από τις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Συνεπώς πέραν της αντοχής, ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να δοθεί στην έννοια της ανθεκτικότητας. Η έννοια αυτή περιλαμβάνει ένα ευρύτερο σύνολο ιδιοτήτων, που περιλαμβάνουν την αντίσταση του σκυροδέματος στην ενανθράκωση, στα χλωριόντα του θαλασσινού νερού, στη ψύξη και την απόψυξη, τις χημικές προσβολές και τις διαβρώσεις εν γένει.⁹³ Η αντίσταση αυτή στις περιβαλλοντικές δράσεις προϋποθέτει τον ορισμό ενός αποδεκτού ορίου επιτελεστικότητας, το σύνολο δηλαδή των επιθυμητών χαρακτηριστικών της κατασκευής, κάτω από το οποίο η έγκριση της μελέτης θα καθίσταται αδύνατη.⁹⁴ Ως εκ τούτου όσο υψηλότερο τεθεί το όριο επιτελεστικότητας, τόσο μεγαλύτερη διάρκεια ζωής θα έχει δυνητικά και η κατασκευή. Η στάθμη της επιτελεστικότητας καθορίζεται κανονιστικά από τις κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες της εκάστοτε περιοχής. Η ανθεκτικότητα μεταφράζεται με τον προσδιορισμό μιας ελάχιστης απαιτούμενης επικάλυψης του οπλισμού, μιας ελάχιστης αντοχής, καθώς και μέσω της χρήσης σκυροδέματος ειδικών προδιαγραφών.⁹⁵ Η ποσοτικοποίηση των παραπάνω μεγεθών πραγματοποιείται με εμπειρικά, φυσικοχημικά, ή στοχαστικά μοντέλα.⁹⁶

Οι Ευρωκώδικες καθορίζουν υπολογιστικές και κατασκευαστικές προδιαγραφές για την ανθεκτικότητα του σκυροδέματος των κατασκευών και ορίζουν κριτήρια ελέγχου ποιότητας και συμμόρφωσης των παραγόμενων σκυροδεμάτων. Είναι θετικό ότι στους νέους κανονισμούς σκυροδέματος (ΚΤΣ 2016)⁹⁷ αναφέρεται ρητά η έννοια της ανθεκτικότητας, σε βαθμό πολύ μεγαλύτερο σε σχέση με τις νομοθεσίες του παρελθόντος. Η παράμετρος αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική και πρωτοπόρα και αποτελεί σημείο τομής στην οικοδομική δραστηριότητα της χώρας. Ο καθορισμός της απαιτούμενης επικάλυψης για την προστασία του ενδότερου σκυροδέματος και του οπλισμού, της αντοχής του

⁹² Παπαδάκης Ευάγγελος Γ., *Υπολογισμός Διάρκειας Ζωής Οπλισμένου Σκυροδέματος λόγω Διάβρωσης Οπλισμού*, ΤΕΕ, Ιωάννινα, 2004

⁹³ Χαραλαμπίδη Βαρβάρα Γ., *Ειδικά Θέματα Οικοδομικής και Τεχνολογίας των Κατασκευών*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Χανιά, 2017

⁹⁴ Δέμης Σωτήρης, *Σχεδιασμός Ανθεκτικότητας Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος - Εκτίμηση Διάρκειας Ζωής*, 21ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών, Πάτρα, 2015

⁹⁵ Ζέρης Χ., *Επικάλυψη και Ανθεκτικότητα στο Σκυρόδεμα: Σχεδιασμός Σύμφωνα με το EN 206-1 και τον Ευρωκώδικα EN 1992*, Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, Αθήνα, 2010

⁹⁶ Δέμης Σωτήρης, *Σχεδιασμός Ανθεκτικότητας Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος - Εκτίμηση Διάρκειας Ζωής*, 21ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών, Πάτρα, 2015

⁹⁷ Μαρσέλλος Νίκος, *Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016*, Εκδόσεις Δεδεμάδη, Αθήνα, 2016

σκυροδέματος και της ποσοστιαίας περιεκτικότητάς του σε αέρα και τσιμέντο συναρτήσει των κλιματολογικών συνθηκών της εκάστοτε περιοχής είναι άμεσα συνυφασμένα με την έννοια της ανθεκτικότητας και παρουσιάζεται στον πίνακα 5.

Ο μηχανικός πρέπει να λαμβάνει υπόψη του τα συνεχώς εξελισσόμενα τεχνολογικά υλικά, παρακολουθώντας την πρόοδο της τεχνολογίας σε διεθνές επίπεδο. Στην περίπτωση του σκυροδέματος για παράδειγμα, το αυτοσυμπινοούμενο σκυρόδεμα έχει την ιδιότητα να μην απαιτεί την ανθρώπινη παρουσία στην συμπύκνωση και διάστρωση του. Το ινοπλισμένο σκυρόδεμα είναι αποτέλεσμα πρόσμιξης μεταλλικών ινών στο σκυρόδεμα, γεγονός που μειώνει την ψαθυρότητά του, αυξάνει την πλαστικότητα, οδηγεί σε μειωμένο εύρος ρωγμών και κατ' επέκταση στην αύξηση της διάρκειας ζωής της κατασκευής. Τέλος, η εξέλιξη της ναυοτεχνολογίας στο σκυρόδεμα οδήγησε στην παραγωγή αυτοϊάσιμου σκυροδέματος⁹⁸, το οποίο ως επί το πλείστον χρησιμοποιείται ως υλικό επισκευής, επουλώνοντας ρωγμές μικρής κλίμακας.

Ένα επιπλέον στοιχείο που συχνά δεν λαμβάνεται υπόψη με αποτέλεσμα την έξαρση του φαινομένου της διάβρωσης αποτελεί η έννοια της συμβατότητας των υλικών. Δεν αρκούν μόνο να τοποθετηθούν σε μία κατασκευή τα πλέον ανθεκτικά υλικά, αλλά ο μηχανικός/σχεδιαστής οφείλει να επιλέξει τα κατάλληλα βάσει της μεταξύ τους συνεργασίας. Σε αντίθετη περίπτωση θα προκληθούν ρωγμές εξαιτίας των διαφορετικών χημικών και μηχανικών τους ιδιοτήτων που θα έχουν ως επακόλουθο την περεταίρω περιβαλλοντική διάβρωση.

⁹⁸Η αυτοϊαση επιτυγχάνεται με την προσθήκη βακτηρίων και γαλακτικού ασβεστίου, το οποίο ερχόμενο σε επαφή με το νερό δημιουργεί ασβεστόλιθο. Πηγή: Χαραλαμπίδη Βαρβάρα Γ., *Ειδικά Θέματα Οικοδομικής και Τεχνολογίας των Κατασκευών*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Χανιά, 2017

Πίνακας B2-7 - Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης
Κατηγορίες έκθεσης

Κατηγορία έκθεσης	Χωρίς κίνδυνο διάβρωσης ή προσβολής	Διάβρωση λόγω χλωριόντων										Διάβρωση λόγω χλωριόντων				Χλωριόντα που δεν προέρχονται από θαλασσινό νερό				Προσβολή από ψύξη/απόψυξη				Χημική προσβολή ^β			Τριβή / Απώριψη		
		Θαλασσινό νερό										Τσιμέντα ΙΙ, ΙΙΙ, ΙV (Εκτός CEM ΙΙ/Β-LL + CEM ΙΙ/Β-L)				Τσιμέντα Ι (+ CEM ΙΙ/Β-LL + CEM ΙΙ/Β-L)				XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	XM1	XM2	XM3
		XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XS3	XS1	XS2	XS3	XS2	XS1	XS2	XS3	XS3	XS1	XS2	XS3									
1	max N/T	---																		0.55	0.55	0.55	0.50	0.55	0.50	0.45	0.50	0.45	0.40
2	min κατηγορία αντοχής	C 12/15	C 20/25	C 25/30	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 30/37	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 35/45	C 30/37	C 35/45	C 40/50	C 50/60
3	min περιεκτικότητα σε τσιμέντο kg/m ³	280	300	300	320	330	330	350	350	330	330	350	330	330	330	350	330	330	330	320	300	300	320	320	340	360	320	340	360
4	min επικάλυψη για ανθεκτικότητα ^γ mm	25	25	35	35	45	45	50	50	40	40	50	40	40	40	50	35	40	50					35	35	35			
5	min περιεκτικότητα σε αέρα (%)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	4,0 ^δ	4,0 ^δ	4,0 ^δ	---	---	---	---	---	---
6	Άλλες απαιτήσεις	Σημ.: Ασπλό σκυρόδεμα				Σημ.: Παραβίαση στο 1,5 km		Σημ.: Μόνιμα μέσα στη θαλάσσια	Σημ.: Διαβροχές χημικές											Αδρανή σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN12620 με ικανοποιητική αντοχή σε παγετό ^δ				Τσιμέντο ανάγκες σε cement			LA ≤ 27	LA ≤ 25	LA ≤ 22

^α Όταν δεν προστίθεται αερατικό πρόσθετο, η επιτελεσιμότητα του σκυροδέματος ελέγχεται με κατάλληλη μέθοδο, σε σύγκριση με σκυρόδεμα του οποίου η αντοχή σε ψύξη/απόψυξη για την αντιστοιχία κατηγορία έκθεσης είναι αποδεκτή.

^β Για αυτή την κατηγορία έκθεσης (XA) ισχύουν και οι παράγραφοι B7.7.5 και B7.7.6 του παρόντος ΚΤΣ. Όταν η ύπαρξη SO₄²⁻ οδηγεί σε κατηγορία XA2 και XA3, τότε είναι απαραίτητη η χρήση τσιμέντου ανθεκτικού σε θειικά σ' ύψωση με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1

^γ Οι τιμές της επικάλυψης αφορούν οπλισμένο σκυρόδεμα.

^δ Για τα αδρανή υλικά ισχύει και η παράγραφος B1.3.3.3 του παρόντος ΚΤΣ

Πίνακας 5. Απαιτήσεις για το σκυρόδεμα ανάλογα με την κατηγορία έκθεσης. (Πηγή: ΚΤΣ 2016)

Συμπεράσματα

Στα πλαίσια της παρούσας ερευνητικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μελέτη πάνω στη διάρκεια ζωής των σύγχρονων κατασκευών, τις παραμέτρους που την επηρεάζουν και τις διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται σε σχέση με το χρόνο ζωής των κτιρίων του παρελθόντος. Οι σύγχρονες κατασκευές χαρακτηρίζονται από βραχεία διάρκεια ζωής, η οποία μπορεί να προκαλέσει προβλήματα που να εκτείνονται σε διάφορους τομείς όπως οικονομικό, κοινωνικό, πολιτιστικό, περιβαλλοντικό και ενεργειακό. Το φαινόμενο της βραχύβιας δόμησης είναι ιδιαίτερα σύνθετο, καθώς τα αίτια δημιουργίας του ανάγονται και αυτά σε αρκετούς τομείς.

Σε αντίθεση με τις συνθήκες ζωής του παρελθόντος, η κοινωνία του σήμερα χαρακτηρίζεται από διαρκείς μεταβολές. Οι γρήγοροι ρυθμοί ζωής, η ταχύτητα στις μετακινήσεις και την επικοινωνία, η αλλαγή στη μορφή της εργασίας και η ανάγκη μετακίνησης για την εξασφάλισή της, μετέτρεψαν την τοποθεσία εγκατάστασης των ανθρώπων από πάγια σε μεταβλητή. Η κατοικία έπαψε να αποτελεί τη μόνιμη στέγη και την ταυτότητα μιας κοινωνικής ομάδας και μετατράπηκε σε μια επένδυση με εναλλασσόμενους ιδιοκτήτες. Συνεπώς, σε μία κατοικία της οποίας το μέλλον είναι άγνωστο και η κατοίκηση εφήμερη, είναι πιθανό να μην δοθεί ανάλογη μέριμνα για τη συντήρησή της από τους χρήστες. Αντιθέτως, για την προβολή και την ανάδειξη του κοινωνικού και οικονομικού τους προφίλ, οι χρήστες επενδύουν κατά κανόνα στη διακόσμηση του εσωτερικού χώρου.

Στις διαρκείς μεταβολές της σύγχρονης κοινωνίας συγκαταλέγονται και τα πρότυπα της μόδας. Η προβολή τους μέσω των διαφημίσεων συνέβαλε ιδιαίτερα στη διαμόρφωση ενός καταναλωτικού χαρακτήρα στους ανθρώπους, ο οποίος τείνει να απαξιώσει κάθε τι παλιό. Η απαξίωση λόγω παλαιώσης (*perceived obsolescence*) είναι ηθελημένη από τον χρήστη αλλά και εμμέσως επιβεβλημένη σε αυτόν. Μέσω αυτής επωφελούνται πλήθος επαγγελματικών ειδικοτήτων άμεσα σχετιζόμενων με τον κατασκευαστικό τομέα, αφού όσο μικρότερη διάρκεια ζωής έχει μία κατασκευή, τόσο πιο γρήγορα ανανεώνεται μια νέα. Στο πλαίσιο αυτό, η συνεχής ανοικοδόμηση οδηγεί σε ατέρμονες εξορύξεις υλικών οι οποίες με τη σειρά τους οδηγούν στην υπερκατανάλωση των διαθέσιμων πόρων του πλανήτη, στην αλλοίωση του φυσικού τοπίου, στην αύξηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων της θερμικής μόλυνσης και του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Κατά την αλλαγή αυτή, η αρχιτεκτονική από μακρόβια μετατράπηκε σε βραχύβια. Παράλληλα, ο τρόπος δόμησης σήμερα

βασίζεται κυρίως στο οπλισμένο σκυρόδεμα και το δομικό χάλυβα, υλικά των οποίων η ανθεκτικότητα στην περιβαλλοντική διάβρωση υστερεί αυτής των παραδοσιακών υλικών όπως ο λίθος και το ξύλο. Επομένως, αν δεν ληφθεί η απαιτούμενη μέριμνα, οι σύγχρονες κατασκευές έχουν λόγω της φύσης των υλικών τους, πιο σύντομη διάρκεια ζωής.

Η βραχυβιότητα της δόμησης συνεπώς, μπορεί να διαχωριστεί σε ηθελημένη και αθέλητη, αναλόγως του αν αποτελεί ή όχι επιλογή του ίδιου του χρήστη. Η αντιμετώπιση της επιθυμητής βραχυβιότητας είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Νομοθετικά πλαίσια και κανονιστικές διατάξεις μπορούν να συμβάλλουν θετικά στον περιορισμό της βραχύβιας δόμησης. Για παράδειγμα, με την εφαρμογή του Νέου Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (2016) ο μηχανικός οφείλει να λάβει υπόψη στο σχεδιασμό τα κατάλληλα μέτρα ώστε να εξασφαλίζεται η ανθεκτικότητα της κατασκευής. Η εφαρμογή των μέτρων αυτών συμβάλλει δραστικά στη βελτίωση του χρόνου ζωής των νέων κατασκευών. Επίσης, η εφαρμογή σύγχρονης και εξελιγμένης τεχνολογίας, όπου είναι δυνατόν, είναι ικανή να βελτιώσει τη διάρκεια ζωής των νέων κτιρίων μέσω της αύξησης της ανθεκτικότητάς τους στις περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Τέλος, σχετικά με το υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μια ορθολογική μελέτη για το αν κάθε κτίριο αξίζει να διατηρηθεί και να αποκατασταθεί ή είναι δόκιμο να κατεδαφιστεί και να ανεγερθεί στη θέση του κάποιο νέο. Βασικά στοιχεία που μπορούν μεταξύ άλλων να καθορίσουν αυτήν την απόφαση είναι η ηλικία του κτιρίου, τα ιδιαίτερα αρχιτεκτονικά του χαρακτηριστικά, οι εγγενείς του αξίες, οι βλάβες στο δομικό του σύστημα και το οικονομικό όφελος της εκάστοτε επιλογής.

Σε περίπτωση αδυναμίας μετατροπής της αρχιτεκτονικής σε μακρόβια, καθώς τα οικοδομικά υλικά είναι από τη φύση τους φθαρτά, τότε πρέπει να αντιμετωπιστούν οι απόρροιες της βραχύβιας αρχιτεκτονικής. Η διαχείριση, για παράδειγμα, των οικοδομικών αποβλήτων αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για το οποίο χώρες όπως η Ελλάδα δεν έχουν μεριμνήσει. Αντιθέτως, τα αποτελέσματα που έχει αποφέρει οι ήδη εφαρμοσθείσες μελέτες (πχ στην Ολλανδία), αποδεικνύουν πως τεχνογνωσία πάνω στο αντικείμενο υφίσταται και κατάλληλα μέτρα αντιμετώπισης και διαχείρισης μπορούν να ληφθούν.

Εν κατακλείδι, η βραχυβιότητα της αρχιτεκτονικής και της δόμησης αποτελεί μια πραγματικότητα της οικοδομικής δραστηριότητας του σήμερα, με σημαντικές επεκτάσεις σε πολλαπλούς τομείς. Συνεπώς, είναι θέμα προβληματισμού το εάν θα βρουν οι άνθρωποι στο μέλλον κάποιο χωρικό αποτύπωμα του παρόντος, ή το μόνο αρχιτεκτονικό κατάλοιπο του τότε

παρελθόντος θα είναι οι ίδιες (λίθινες) δομές που κληρονόμησε ο άνθρωπος σήμερα.

Βιβλιογραφία

Συγγράμματα

- Bulow Jeremy, *An Economic Theory of Planned Obsolescence*, The Quarterly Journal of Economics, MIT Press, London, 1986
- European Committee for Standardization, *EN 1990: Eurocode - Basis of Structural Design*, The European Union, Edict of Government, 2011
- Gombrich E.H., *Το Χρονικό της Τέχνης*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, 2010
- Rao Akash, κα, *Use of aggregates from recycled construction and demolition waste in concrete*, Science Direct, 2006
- Rapoport Amos, Φιλίππιδης Δημήτρης, *Ανώνυμη Αρχιτεκτονική και Πολιτιστικοί παράγοντες*, Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα, 2010
- Riegl Alois, *Ουσία και Γένεση της Μοντέρνας Λατρείας των Μνημείων*, Ανώτατη Σχολή Καλών Τεχνών, Αθήνα, 2006
- Watkin David, *Ιστορία της Δυτικής Αρχιτεκτονικής*, Μορφωτικό Ίδρυμα Εθνικής Τραπέζης, Αθήνα, 2009
- Αναστασίου Ελευθέριος Ι., κα, *Σύνθεση Σκυροδέματος μεγάλου ειδικού βάρους με Σκωρίες Χαλυβουργίας και Τνες Χάλυβα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016
- Αναστασίου Ελευθέριος Ι., κα, *Χρήση Αδρανών Σκωρίας για την Παραγωγή Διαπερατών Κυβόλιθων για Επίστρωση Εξωτερικών Χώρων*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016
- Αναστασοπούλου Μαρία, κα, *Ανακύκλωση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, ΤΕΕ, Πάτρα, 2012
- Ανδρεαδάκη Ελένη, *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006
- Απέργης Αθανάσιος Ν., *Το Αρχιτεκτονικό Σκυρόδεμα στην Προκατασκευή. Η τεχνολογία του και οι εφαρμογές του*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016

- Αρχιτεκτονικά Δοκίμια 1, *Le Corbusier, Συναντήσεις με τη Μεσόγειο*, Διαγωνισμός δοκιμίων 2016, Κέντρο Αρχιτεκτονικής Μεσογείου, Χανιά, 2016
- Γεωργιάδου Ζωή, *Δομικά και Διακοσμητικά Υλικά*, Εκδόσεις Των, Αθήνα, 2005
- Γερακίου Καλλιόπη, Ντονοπούλου Εύα, *Αρχιτεκτονική και φορητή κατοικία*, Ερευνητική Εργασία, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 2006
- Γιδαράκος Ευάγγελος, *Στερεά Απόβλητα: Διαχείριση και Σχεδιασμός Συστημάτων*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά, 2015
- Γκαλμπένης Χ.-Τ., Τσίμας Σ., *Διαχείριση Οικοδομικών Απορριμμάτων - Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα*, Πρακτικά 1ου πανελλήνιου Συνεδρίου για την αξιοποίηση των βιομηχανικών παραπροϊόντων στη δόμηση, ΕΒΙΠΑΡ, Θεσσαλονίκη, 2005
- Γκαρραλιού Κωνσταντίνα, *Διαχείριση Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού με έμφαση στους Η/Υ*, Διπλωματική Εργασία ΜΠΣ, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Τμήμα Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, Κοζάνη, 2011
- Γκρός Γεωργίου Ρ., *Ωπλισμένο Σκυρόδεμα κατά τον Ελληνικό Κανονισμό 2000, Σύγκριση με τον Ευρωκώδικα 2 και το DIN 1045/2001*, Υλικά, Διαστασιολόγηση, Φορείς, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 2004
- Δέμης Σωτήρης, *Σχεδιασμός Ανθεκτικότητας Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος - Εκτίμηση Διάρκειας Ζωής*, 21ο Φοιτητικό Συνέδριο: Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών, Πάτρα, 2015
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *Ανακοίνωση της επιτροπής προς το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, το συμβούλιο, την ευρωπαϊκή οικονομική και κοινωνική επιτροπή και την επιτροπή των περιφερειών, Σχέδιο δράσης για μια ανταγωνιστική και βιώσιμη χαλυβουργία στην Ευρώπη*, Στρασβούργο, 2013
- Εφραιμίδης Χαράλαμπος Ι, *Παραγωγή Αδρανών Υλικών από Ανακύκλωση παλαιών Σκυροδεμάτων*, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 2008
- Ζέρης Χ., *Επικάλυψη και Ανθεκτικότητα στο Σκυρόδεμα: Σχεδιασμός Σύμφωνα με το EN 206-1 και τον Ευρωκώδικα EN 1992*, Ένωση Τσιμεντοβιομηχανιών Ελλάδος, Αθήνα, 2010
- Ηλιόπουλος Βασίλης, *Ελαφριές Μεταβλητές Κατασκευές*, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα, 1993

- Κάλφας Χρίστος Ν., *Κατασκευές από Χάλυβα, Διαστασιολόγηση δομικών στοιχείων από χάλυβα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες*, Εκδόσεις icon, Εάνθη, 2010
- Καρύδης Δημήτρης Ν., *Τα Επτά Βιβλία της Πολεοδομίας*, Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2008
- Κομνίτσας Κώστας, *Μεταλλουργικές Διεργασίες*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Χανιά, 2010
- Κωνσταντινίδης Άρης, *Για την Αρχιτεκτονική*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο, 2011
- Λάββας Γεώργιος, *Επίτομη Ιστορία της Αρχιτεκτονικής*, University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2002
- Μάμαλης Αθανάσιος Γ., *Τεχνολογία των κατεργασιών των υλικών: Μεταλλικά τεχνικά υλικά*, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα, 2007
- Μανούκας Γρηγόριος, *Επιρροή του στόχου σχεδιασμού στο συνολικό κόστος κτιρίων Ο/Σ - Εξέταση εναλλακτικών σεισμικών σεναρίων*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016
- Μαρσέλλος Νίκος, *Νέος Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος 2016*, Εκδόσεις Δεδεμάδη, Αθήνα, 2016
- Μπαμπινιώτης Γεώργιος Δ., *Λεξικό της Νεοελληνικής Γλώσσας*, Κέντρο Λεξικολογίας ΕΠΕ., Αθήνα, 2002
- Μπεργελές Γιώργος, *Πηγές, Διασπορά και Έλεγχος Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα, 2010
- Μπούρας Χαράλαμπος Θ., *Μαθήματα Ιστορίας της Αρχιτεκτονικής*, Πρώτος Τόμος, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1999
- Παναγιωτακόπουλος Δημήτριος Χ., *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη, 2007
- Παπαγιάννη Ιωάννα, κα, *Αποτίμηση Κύκλου Ζωής Προϊόντων Σκυροδέματος με τη χρήση Σκωριών Χαλυβουργίας*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος, Ελληνική Επιστημονική Εταιρία Ερευνών Σκυροδέματος - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016
- Παπαδάκης Ευάγγελος Γ., *Υπολογισμός Διάρκειας Ζωής Οπλισμένου Σκυροδέματος λόγω Διάβρωσης Οπλισμού*, ΤΕΕ, Ιωάννινα, 2004
- Σαββιλωτίδου Βασιλική, *Ποσοτική εκτίμηση τοξικών μετάλλων και επικίνδυνων ουσιών σε οθόνες LCD-TFT Απόβλητου Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού*, Διπλωματική Εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος, Χανιά, 2013

- Σύλλογος Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος, *Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000*, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, Αθήνα, 2001
- Τζάκου Ε. Αναστασία, *Κεντρικοί οικισμοί της Σίφνου, Μορφή και εξέλιξη σε ένα παραδοσιακό σύστημα*, Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 1979
- Τιτάν, *Κυκλική Οικονομία, Ρεαλιστική απάντηση στην ανάγκη για βιώσιμη ανάπτυξη*, Τιτάν, 2016
- Τριανταφύλλου Αθανάσιος Χ., *Δομικά Υλικά*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πάτρα, 2013
- Τσακαλάκης Κώστας, *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Αθήνα, 2010
- Τσακαλάκης Κωνσταντίνος κα, *Διεργασίες Ελάττωσης Μεγέθους & Διαλογής Σκυροδέματος στη Διαχείριση Αποβλήτων Κατασκευών από Σκυρόδεμα*, Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος "Κατασκευές από Σκυρόδεμα" - ΤΕΕ Κεντρικής Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2016
- Φιλιππίδης Δημήτρης, *Νεοελληνική Αρχιτεκτονική*, Εκδόσεις Μέλισσα, Αθήνα, 1984
- Χαραλαμπίδη Βαρβάρα Γ., *Ειδικά θέματα Οικοδομικής και Τεχνολογίας των Κατασκευών*, Πολυτεχνείο Κρήτης, Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Χανιά, 2017

Περιοδικά

- Μαντέλος Αθανάσιος, *Διάρκεια Ζωής Σκυροδέματος, Πράξη και Θεωρία*, Τεχνικό Επιστημονικό Περιοδικό Σκυρόδεμα & Χάλυβας, Αθήνα, 2010

Εφημερίδα της Κυβέρνησης

- ΦΕΚ 4Α/1929
- ΦΕΚ 1312Β/2010

Διαδικτυακές Πηγές

- Ευρετήριο Οικονομικών Όρων: www.euretirio.com
- Nuclear Energy Institute: www.nei.org