



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

«Υψηλή τεχνολογία στις σύγχρονες κατασκευές»

Φοιτητής: ΧΑΡΙΤΑΚΗΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Εισηγητής: ΑΤΑΝΑΣΟΒΑ ΝΙΚΟΛΑΙΔΟΥ ΓΙΑΝΝΑ

A.M.: 6552

ΑΘΗΝΑ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2021

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική επιτροπή :

A/α	ΟΝΟΜΑ / ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου	PhD	
2	Δρ. Γεώργιος Εξαρχάκος	PhD	
3	Αντώνιος Τσικριτσής	MSc	

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας , θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την καθηγήτριά μου , Δρ Γιάννα Ατανάσοβα-Νικολαΐδου ΕΔΙΠ , του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών , Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής , για την πολύ καλή συνεργασία και για την πολύτιμη συμβολή της .

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΡΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

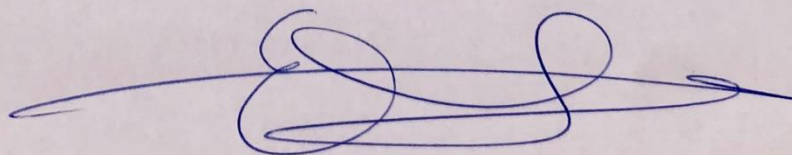
Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Χαριτάκης Ευγένιος Ιωάννης με αριθμό μητρώου 6552 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών , δηλώνω υπεύθυνα ότι

<< Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την είχα για την προετοιμασία είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία . Επίσης , οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων , ιδεών ή λέξεων , είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες , αναφέρονται στο σύνολό τους , με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς , τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό , συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης , βεβαιώνω ότι αυτή η πνευματική εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου , όσο και του Ιδρύματος

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου >>.

Ο Δηλών

Χαριτάκης Ευγένιος Ιωάννης



Περίληψη

Αρχικά, το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την ανάλυση του ζητήματος της ενέργειας στις σύγχρονες κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, περιγράφεται η διαδικασία της ανακύκλωσης και η προοπτική της πράσινη ενέργειας. Ακολουθεί η αναφορά στην ορθολογική εκμετάλλευση φυσικών πόρων και η ανάλυση της ολοκληρωμένη διαχείρισης. Έπειτα, δίνεται έμφαση στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τον ενεργειακό σχεδιασμό, ενώ το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τις σύγχρονες εφαρμογές αξιοποίησης πόρων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ενδελεχής αναφορά στα υλικά προηγμένης τεχνολογίας και στις σύγχρονες εφαρμογές τους. Το κεφάλαιο ξεκινά με την περιγραφή των νέων οικολογικών δομικών ανακυκλωμένων και ανακυκλώσιμων υλικών. Στη συνέχεια γίνεται ανάλυση των καινοτομιών με υλικά γεωπολυμερισμού, ενώ ακολουθεί πλήρης περιγραφή των νέων θερμομονωτικών υλικών από ανακυκλωμένα ή ανακυκλώσιμα υλικά. Έπειτα, γίνεται αναφορά στην περίπτωση των δομικών αποβλήτων, στα υλικά νανοτεχνολογίας και στα έξυπνα υλικά. Στο τέλος του δευτέρου κεφαλαίου περιλαμβάνονται οι προκλήσεις γύρω από την τεχνολογία των έξυπνων σπιτιών και τα υλικά που αξιοποιούνται κατά την τρισδιάστατη εκτύπωση.

Το τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο εστιάζει στις σύγχρονες μορφές εκπαίδευσης για τα γνωστικά αντικείμενα των μηχανικών. Αρχικά, επισημαίνεται η ανάγκη επιμόρφωσης σε προγράμματα που απασχολούν τα αντικείμενα των πολιτικών μηχανικών και η περίπτωση της τεχνολογίας Building Information Modeling. Έπειτα γίνεται λόγος αναφορικά με την κατάρτιση στην διαμόρφωση έξυπνων κατοικιών, τα μέσα Virtual Reality και επαυξημένης πραγματικότητας. Τέλος, περιγράφονται άλλοι τρόποι εκπαίδευσης και εξοικείωσης των πολιτικών μηχανικών με τις νέες τάσεις της αγοράς.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: ανακύκλωση, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εξοικονόμηση ενέργειας, περιβαλλοντικές συνέπειες, δομικά υλικά, υψηλή τεχνολογία, ανακυκλώσιμα υλικά, φυσικοί πόροι, βιοκλιματικός σχεδιασμός, νανοτεχνολογία, έξυπνα σπίτια, έξυπνο δίκτυο, ολοκληρωμένη διαχείριση, εικονική πραγματικότητα, εκπαίδευση, προσομοίωση, επαυξημένη πραγματικότητα

Abstract

This thesis focuses on the possibilities provided by the new generation of high technology in modern constructions. Therefore, the main purpose is to approach the design of buildings with alternative forms of energy, the presentation of innovations characterized by modern materials and new ways of deepening and training of engineers using innovative methods.

Initially the first chapter includes the analysis of the issue of energy in modern constructions. More specifically, the recycling process and the perspective of green energy are described. The following is the reference to the rational exploitation of natural resources and the analysis of integrated management. Next, the emphasis is on renewable energy sources and energy planning, while the chapter concludes with modern resource applications.

In the second chapter there is a thorough reference to the materials of advanced technology and their modern applications. The chapter begins with a description of the new ecological construction recycled and recyclable materials. Then the innovations are analyzed with geopolymerization materials, while a complete description of the new thermal insulation materials from recycled or recyclable materials follows. Next, reference is made to the case of construction waste, nanotechnology materials and smart materials. At the end of the second chapter are the challenges surrounding smart home technology and the materials used in 3D printing.

The third and last chapter focuses on modern forms of education for the cognitive subjects of engineers. Initially, the need for training in programs that deal with the subjects of civil engineering and the case of Building Information Modeling technology is pointed out. Then there is talk of training in the design of smart homes, the means of Virtual Reality and

augmented reality. Finally, other ways of training and familiarizing civil engineers with new market trends are described.

KEY WORDS: recycling, renewable energy sources, energy saving, environmental impact, building materials, high technology, recyclable materials, natural resources, bioclimatic design, nanotechnology, smart homes, smart grid, integrated management, virtual reality, education, simulation, augmented reality

Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	5
Abstract.....	7
Εισαγωγή.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ενέργεια στις σύγχρονες κατασκευές.....	12
1.1 Ανακύκλωση και πράσινη ενέργεια.....	12
1.2 Ορθολογική εκμετάλλευση φυσικών πόρων.....	14
1.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση πόρων	16
1.3.1 Προσανατολισμός στην ανάλυση κύκλου ζωής	17
1.3.2 Επαναχρησιμοποίηση πόρων	19
1.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενεργειακός σχεδιασμός.....	20
1.4.1 Η δυναμική άλλες ηλιακής ενέργειας.....	23
1.4.2 Η αξιοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	26
1.4.3 Η εκμετάλλευση άλλες αιολικής ενέργειας.....	29
1.4.4 Η συνεισφορά άλλες βιομάζας.....	33
1.4.5 Το σύστημα άλλες γεωθερμικής ενέργειας.....	36
1.5 Σύγχρονες εφαρμογές αξιοποίησης πόρων	40
1.5.1 Η μέθοδος του βιοκλιματικού σχεδιασμού.....	40
1.5.2 Τα οφέλη άλλες πράσινης στέγης	44
1.5.3 Σύστημα ενεργειακών τζακιών	46
1.5.4 Η επιστήμη άλλες οικιακής τεχνολογίας και το σπίτι του μέλλοντος	46
1.5.5 Η καινοτομία άλλες τεχνολογίας IoT	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Υλικά προηγμένης τεχνολογίας και σύγχρονες εφαρμογές άλλες	51
2.1 Νέα οικολογικά δομικά υλικά, ανακυκλωμένα και ανακυκλώσιμα	51
2.1.1 Οι κυριότερες εφαρμογές άλλες ιπτάμενης τέφρας	53
2.1.2 Τα πλεονεκτήματα των σκωριών.....	56
2.1.3 Άλλα οικολογικά δομικά υλικά.....	57
2.2 Καινοτομίες και υλικά γεωπολυμερισμού	59
2.3 Νέα θερμομονωτικά υλικά από ανακυκλωμένα ή ανακυκλώσιμα υλικά.....	62
2.4 Η περίπτωση των δομικών αποβλήτων (ΑΕΚΚ)	70
2.4.1 Χρήση αδρανών υλικών, τσιμέντου και σκυροδέματος.....	72
2.4.2 Τα πλεονεκτήματα του χάλυβα	75
2.4.3 Ανακυκλωμένα υλικά ασφάλτου	76
2.4.4 Γύψος και ανακυκλώσιμες πρώτες ύλες	77

2.4.5 Ανακυκλωμένη ξυλεία	78
2.4.6 Απόβλητα κεραμικών δομικών υλικών	80
2.4.7 Οι δομικές χρήσεις του γυαλιού	82
2.5 Υλικά νανοτεχνολογίας	83
2.5.1 Νανოსωματίδια και διασπορά στα υλικά τσιμέντου	84
2.5.2 Η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στο σκυρόδεμα	88
2.5.3 Νανοΐνες κυτταρίνης σε σύνθετα υλικά τσιμέντου	89
2.5.4 Λύσεις νανοτεχνολογίας στα ζητήματα του χάλυβα	90
2.5.5 Το ξύλο και η χρήση νανοτεχνολογίας	92
2.5.6 Ο τομέας της νανοτεχνολογίας και τα νέα προϊόντα βαφών	93
2.5.7 Σύγχρονες τάσεις στου υαλοπίνακες	94
2.6 Έξυπνα υλικά και προηγμένη τεχνολογία	96
2.7 Οι προκλήσεις γύρω από την τεχνολογία των έξυπνων σπιτιών (smart homes)	101
2.8 Κατασκευή κτιρίων με τρισδιάστατους εκτυπωτές (3D printers)	105
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Σύγχρονες μορφές εκπαίδευσης για τα γνωστικά αντικείμενα των πολιτικών μηχανικών	111
3.1 Η ανάγκη επιμόρφωσης σε προγράμματα που απασχολούν τα αντικείμενα των πολιτικών μηχανικών	111
3.1.1 Η περίπτωση της BIM	113
3.2 Εκπαίδευση και κατάρτιση με διαδραστικές πλατφόρμες	116
3.3 Μέσα Virtual Reality και επαυξημένη πραγματικότητα	118
3.3.1 Μέσα εικονικής πραγματικότητας (VR) και εργαλεία 3D	118
3.3.2 Επαυξημένη πραγματικότητα και σύγχρονες κατασκευές	121
3.4 Τρόποι εκπαίδευσης και εξοικείωσης των μηχανικών με τις νέες τάσεις της αγοράς	123
3.4.1 Εκπαίδευση με τη βοήθεια της παιχνιδοποίησης	123
3.4.2 Λογισμικά προσομοίωσης και δυνατότητες μοντελοποίησης	127
3.4.3 Η εξοικείωση με τα προγράμματα Energy Building CAD και Energy Plus	128
Επίλογος / Συμπεράσματα	131
Βιβλιογραφικές αναφορές	133

Εισαγωγή

Είναι γενικότερα παραδεκτό ότι στις μέρες μας η τεχνολογία αναπτύσσεται διαρκώς με αλματώδεις ρυθμούς. Ειδικότερα αυτή η συνεχής πρόοδος των τεχνολογικών μέσων τείνει να προωθεί τον εκσυγχρονισμό και την ανάπτυξη σε όλους σχεδόν τους τομείς της ζωής μας. Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανοητό ότι ένας κλάδος όπως ο κατασκευαστικός, ο οποίος ταυτίζεται με την συνεχή εξέλιξη και την ανάγκη για καινοτομίες θα ήταν αδύνατο να μην ακολουθήσει το μονοπάτι της υψηλής τεχνολογίας (Behnoosh et al., 2014).

Δίχως αμφιβολία η προσέγγιση των σημερινών αναγκών διαμορφώνει μία καθημερινότητα με διαρκώς αυξανόμενες απαιτήσεις και μεγαλύτερες προσδοκίες από τον κατασκευαστικό χώρο (Golabchi et al., 2011). Με την πάροδο των ετών διαπιστώνεται ότι οι κίνδυνοι που εγκυμονούν για το φυσικό περιβάλλον πληθαίνουν, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την επένδυση των πολιτικών μηχανικών στα προηγμένα τεχνολογικά επιτεύγματα για μια πραγματικά βιώσιμη ανάπτυξη (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010).

Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην δυναμική της τεχνολογικής εξέλιξης και την πίστη ότι μπορεί να οδηγήσει σε πρωτοποριακές μεθόδους ανακύκλωσης, αξιοποίησης εναλλακτικών πηγών ενέργειας και παράγωγης υπερσύγχρονων υλικών νέας γενιάς (Butera & Trapp, 2015; Calabria-Holley & Papatzani, 2014. Επιπρόσθετα, εκείνο που έχει εξίσου μεγάλη σημασία είναι η παροχή ευέλικτων και διαδραστικών μέσων που θα υποστηρίξουν το έργο των πολιτικών μηχανικών. Σε κάθε περίπτωση λοιπόν κατανοούμε πως η τεχνολογία αποτελεί ένα ζήτημα που μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στον σχεδιασμό των σύγχρονων κατασκευών (Arnaldi et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Η ενέργεια στις σύγχρονες κατασκευές

1.1 Ανακύκλωση και πράσινη ενέργεια

Συχνά επικρατεί η άποψη ότι η πρακτική της ανακύκλωσης ταυτίζεται με τον πολιτισμό μιας κοινωνίας, αφού ουσιαστικά πρόκειται για την συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών λαθών. Σε αντίθεση με τα φυσικά οικοσυστήματα όπου τα απόβλητα ενός οργανισμού συμπληρώνουν τον κύκλο ζωής ενός άλλου, η αξιοποίηση των ανθρώπινων αποβλήτων δεν είναι δεδομένη (Maksimovic, 2017). Ειδικότερα, η ανακύκλωση μέσα από μια ολοκληρωμένη διαδικασία συστηματικής συλλογής, διαλογής, ταξινόμησης, διαχωρισμού, ανάκτησης και επαναφοράς μπορεί να μετατρέψει τα απόβλητα (βλαβερά ή μη) σε πρώτες ύλες, παράγοντας καινούρια αγαθά με φυσικό τρόπο (Μανιάτης, 2009).

Η πράσινη τεχνολογία δείχνει να ταυτίζεται με τις σύγχρονες ενεργειακές προτεραιότητες του αειφόρου σχεδιασμού, ενώ η κοινωνία προσπαθεί να ακολουθήσει τον ίδια κατεύθυνση αναζητώντας νέες λύσεις μείωσης και αξιοποίησης των αποβλήτων, αποτρέποντας δυσάρεστες επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον (Maksimovic, 2017). Έτσι, πολλές εταιρείες ανακύκλωσης έχουν αναπτύξει μηχανισμούς και συστήματα υψηλής τεχνολογίας που θα αυξήσουν την παραγόμενη ενεργειακή απόδοση και θα ευνοήσουν την ανεξάρτηση πεπερασμένων αποθεμάτων που βάζουν κατά της ανθρωπότητας (Καλδέλλης & Κονδύλη, 2005).

Η βιβλιογραφία μας επιβεβαιώνει τα πολλαπλά οικονομικά και περιβαλλοντικά κέρδη της ανακύκλωσης στον χώρο των κατασκευών (Αραμπατζής & Πολύζος, 2008). Γίνεται κατανοητό ότι η ολοκλήρωση του κύκλου ανακύκλωσης αποσκοπεί στην αποφόρτιση του φυσικού

περιβάλλοντος από βλαβερά υλικά, αξιοποιώντας παραγωγικά τα αποθέματα «νεκρών» αποβλήτων. Μέσα από την ανακύκλωση, υλοποιούνται στόχοι προστασίας του περιβάλλοντος, διατήρησης και αύξησης της διάρκειας ζωής των διαθέσιμων φυσικών πόρων (Κορωναίος, 2015). Επιπλέον, η παραγωγή ανακυκλώσιμων υλικών μπορεί να παρέχει σημαντικό εκμεταλλεύσιμο πλούτο, δεδομένου ότι προέρχονται από αναρίθμητες πηγές π.χ. κατεδαφίσεις, εγκαταστάσεις, έργα, ενώ όπως επισημαίνεται, η αξιοποίησή τους απαιτεί συχνά μικρότερο κόστος συγκριτικά με την παραγωγή νέων πρώτων υλών (Μουσιόπουλος, 1999). Έτσι, η διαδικασία αυτή τείνει να ανακουφίζει τα αποθετήρια αποβλήτων, επενδύοντας παράλληλα στην εξοικονόμηση ενέργειας, χρημάτων και στη διατήρηση πολύτιμων αγαθών π.χ.(μέταλλα, σίδηρος, χαλκός, γυαλί, ασήμι, ξύλο κ.α.) (Περδίδος, 2007).



Εικόνα 1. Ανακύκλωση και πράσινη ενέργεια.

Ανακτήθηκε από: <https://news.duke-energy.com/our-perspective/recycled-coal-ash-provides-numerous-benefits-in-construction>

Η ανακύκλωση έχει επεκτείνει τη δράση άλλες στη βιομηχανία υλικών και την κατασκευή σύγχρονων έργων, δίχως να περιορίζεται στην επαναχρησιμοποίηση συμβατικών οικοδομικών

υλικών (Ανδρεοπούλου, 2008). Ένα καλό παράδειγμα ανακύκλωσης σε κατασκευαστικό επίπεδο είναι η αξιοποίηση του ξυσμάτων ασφαλτομίγματος που προκύπτει από την απόξεση και άλλες φθορές του ασφαλτοτάπητα. Η παραγωγή συνθετικών τριμμάτων ασφαλτομίγματος και αδρανών υλικών μπορεί να αξιοποιηθεί σε έργα χαλικοδρόμων, σε επιχώσεις κ.λπ. (Μανές, 2009).

Στον ελληνικό χώρο η ανακύκλωση δεν κινείται δυστυχώς με άλλες ραγδαίους ρυθμούς που επικρατούν σε χώρες άλλες π.χ. η Γερμανία. Μάλιστα, υποστηρίζεται ότι στην Ελλάδα οι πηγές άντλησης αδρανών υλικών είναι περιορισμένες ποσοτικά και αριθμητικά, πράγμα απαραίτητο για την υλοποίηση κατασκευαστικών και τεχνικών έργων (Παπαδάκη, 2013). Επιπλέον, η εύρεση χώρων εγκατάστασης επιχειρήσεων εκμετάλλευσης είναι αρκετά δύσκολη με αποτέλεσμα να περιορίζονται οι δυνατότητες απόθεσης υλικών από εκσκαφές και κατεδαφίσεις (Αβραμίκος, 2002). Με βάση τα παραπάνω φαντάζει επιτακτική η ανάγκη ανακύκλωσης οικοδομικών αποβλήτων στη χώρα άλλες, αφού η αύξηση άλλες λειτουργίας περισσότερων μονάδων ανακύκλωσης θα απέτρεπε την ανεξέλεγκτη και άλλες φορές παράνομη ρίψη άλλες, δημιουργώντας όγκους υλικών που δεν είναι εύκολο να αποσυμφορηθούν (Σκορδίλης, 2008).

1.2 Ορθολογική εκμετάλλευση φυσικών πόρων

Η εκμετάλλευση των διαθέσιμων φυσικών πόρων αποτελεί το μεγαλύτερο στοίχημα για τον σχεδιασμό και τη λογική των σύγχρονων κατασκευών. Αναμφίβολα, το σπουδαιότερο κριτήριο για την ορθολογική εκμετάλλευση των πόρων αφορά την έννοια και την σημασία άλλες αιωφόρου ή βιώσιμης ανάπτυξης (Κεσίδου, 2009). Πρόκειται ουσιαστικά για μια στρατηγική κοινωνικής ευαισθησίας που αποτελεί εχέγγυο ορθής ενεργειακής διαχείρισης,

υπεύθυνης προφύλαξης των φυσικών πόρων και σωστού θεσμικού προσανατολισμού των νέων τεχνολογικών μεταβολών με γνώμονα το κοινό καλό. Με τον τρόπο αυτό η αειφόρος ανάπτυξη υπόσχεται την κάλυψη των σύγχρονων αναγκών δίχως να καταδικάζει και να υπονομεύει το μέλλον άλλες ανθρωπότητας (Χεγκάζι, 2009).

Είναι ευρύτερα διαδεδομένη η άποψη ότι η αξιοποίηση των φυσικών πόρων από τον άνθρωπο είναι αποφασιστικής σημασίας για την κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών του (Αραμπατζής & Πολύζος, 2008). Τα φυσικά αυτά αγαθά που χαρακτηρίζονται από πολλούς ως δώρα άλλες φύσης μπορούν να αξιοποιηθούν με περίσσια ευκολία με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών προσφέροντας την δυνατότητα εκμετάλλευσης αξιόλογων ενεργειακών πηγών. (Περδίδος, 2007). Ωστόσο, ο κώδικας άλλες αειφόρου ανάπτυξης είναι εκείνος που μπορεί να καθορίσει αν οι σύγχρονες τεχνολογίες εκμετάλλευσης πόρων εφαρμόζονται ορθολογικά και υπεύθυνα εξασφαλίζοντας την ανανέωση των φυσικών πόρων φυσικού πόρου και την προστασία του περιβάλλοντος (Μανιάτης, 2009).

Όσον αφορά την προέλευση των φυσικών πόρων θα μπορούσαμε να πούμε ότι προέρχονται κατά κύριο λόγο από την ηλιακή ακτινοβολία, το έδαφος, το υπέδαφος, το νερό, την ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα. Σύμφωνα με τη Δημούδη (2006) με βάση την προέλευσή άλλες οι φυσικοί πόροι μπορούν να ταξινομηθούν σε πόρους εδάφους (π.χ. πετρώματα), πόρους φυτικής προέλευσης (π.χ. ξύλο) και ζωικής (π.χ. ζωικές ίνες).

Από την άλλη πλευρά επισημαίνεται ότι τα αποθέματα των πόρων θα πρέπει να κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη δυνατότητα ανανέωσής των πηγών άλλες (Ευθυμιόπουλος, 2005). Αρχικά λοιπόν, υπάρχουν εκείνοι που διακρίνονται για την αστείρευτη διάρκεια άλλες και μπορούν να ανανεωθούν πολύ γρήγορα, είτε φυσικά είτε τεχνητά. Ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι είναι η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, η βιομάζα, το νερό κ.α. (Ραχιώτης, 2011).

Σύμφωνα με τον Μάλλιαρη (2009), οι πόροι αυτοί μπορούν να εξαντληθούν μόνο στην περίπτωση κατά την οποία ο ρυθμός εκμετάλλευσής άλλες ξεπερνά κατά πολύ τον ρυθμό αναπλήρωσης των πηγών. Στην δεύτερη κατηγορία φυσικών πόρων συγκαταλέγονται όσοι βρίσκονται σε οριακή διαθεσιμότητα και γενικότερα εκείνοι που είναι δύσκολο να ανανεωθούν. Ως εκ τούτου, εξαντλήσιμοι ή μη ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι θεωρούνται το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο, τα ορυκτά και ο λιγνίτης. Καθίσταται σαφές ότι μία μη ορθολογική χρήση άλλες θα μπορούσε προκαλέσει την καθολική εξάντλησή άλλες (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010). Έπειτα, στην Τρίτη και τελευταία κατηγορία φυσικών πόρων ανήκουν οι δυνητικά ανανεώσιμοι, οι οποίοι είναι εφικτό να ανανεωθούν αν πληρούνται όροι και προϋποθέσεις ορθής διαχείρισης (Μπιτζιώνης & Μπιτζιώνης, 2010).

Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανοητό ότι η χρήση των φυσικών πόρων θα πρέπει να διενεργείται με σύνεση, κοινωνική ευαισθησία και περιβαλλοντική ευθύνη. Σαφώς, οι νέες τεχνολογίες οφείλουν να προσανατολιστούν σε ρυθμούς εκμετάλλευσης που δεν υπερβαίνουν την ταχύτητα αναπλήρωσης και ανανέωσης των φυσικών πηγών ενέργειας (Λάζαρη, 2002). Ειδικότερα, οι νέες τάσεις θα πρέπει να υιοθετούν στρατηγικές αντικατάστασης των εξαντλήσιμων πόρων με αντίστοιχους ανανεώσιμους και να ακολουθούν πρακτικές αξιοποίησης άλλες πράσινης ενέργειας (Ανδρεοπούλου, 2008).

1.3 Ολοκληρωμένη διαχείριση πόρων

Άλλες προαναφέρθηκε είναι πολύ σημαντικό να τηρείται ισορροπία μεταξύ άλλες αξιοποίησης των πηγών του φυσικού περιβάλλοντος και άλλες προστασίας του από πρακτικές που στερούνται ευθύνης για την διατήρησή του (Ραχιώτης, 2011). Είναι γεγονός ότι οι

σύγχρονοι ρυθμοί ανάπτυξης έχουν αυξήσει άλλες πιέσεις για άλλες φυσικούς πόρους, ενώ η υπερεκμετάλλευση του περιβάλλοντος τείνει να δημιουργήσει τεράστιες ποσότητες αποβλήτων (Παπαδάκη, 2013). Για παράδειγμα, στην Ευρώπη η ζήτηση και η χρήση των πόρων υπερβαίνει τα ποσοστά βιολογικής ικανότητας, δηλαδή άλλες δυνατότητας παραγωγής και παροχής πόρων από τη φύση, με αποτέλεσμα να προκύπτουν περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα (Κορωναίος, 2015).

Οι υψηλές απαιτήσεις στον χώρο των κατασκευών φαίνεται να επιτείνουν την παραγωγή αποβλήτων και την εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων. Καθίσταται σαφές ότι η παραγωγή αποβλήτων δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από εκείνη που δύναται να απορροφήσει το περιβάλλον (Παναγιωτακόπουλος, 2007). Σήμερα βέβαια οι ειδικοί βέβαια διατείνονται ότι οι νέες τεχνολογίες μπορούν να διαχειριστούν ολοκληρωμένα άλλες πόρους, ακολουθώντας ταυτόχρονα τον κώδικα αειφορικής ανάπτυξης. Ειδικότερα, τα τελευταία χρόνια οι σύγχρονες στρατηγικές προσανατολίζονται σε ένα δυναμικό ενεργειακό σύστημα με γνώμονα την οικολογική διαχείριση πόρων, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μέγιστο δυνατό βαθμό χωρίς επιπτώσεις (Ευθυμιόπουλος, 2005). Έτσι, η προοπτική ολοκληρωμένης διαχείρισης καταλήγει σε πρακτικές ταξινόμησης αποβλήτων (προστατευμένοι – μη προστατευμένοι πόροι) για τον περιορισμό άλλες χρήσης άλλες και σε μεθόδους αποδόμησης, ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανάλυση κύκλου ζωής (Κορωναίος, 2015).

1.3.1 Προσανατολισμός στην ανάλυση κύκλου ζωής

Θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η διαδικασία ανάλυσης κύκλου και ποιότητας ζωής στον κατασκευαστικό τομέα αποτελεί υποχρέωση των εμπλεκόμενων. Πρόκειται ουσιαστικά

για την πληροφόρηση σχετικά με τα στάδια αξιοποίησης των πόρων από τη στιγμή άλλες δημιουργίας άλλες στο περιβάλλον μέχρι και την τελική μορφή του τέλους ζωής άλλες π.χ. απόβλητα (Μουσιόπουλος, 1999). Η ανάλυση συνιστά μέθοδο διερεύνησης και συνειδητοποίησης του κύκλου ζωής των πόρων από τη συλλογή άλλες και έπειτα, με σκοπό να γίνει κατανοητό το επίπεδο διαθεσιμότητας και επάρκειας των εκάστοτε φυσικών πηγών. Τα βασικά στάδια άλλες ανάλυσης περιλαμβάνουν την συλλογή, τον σχεδιασμό, την παραγωγή, την τυποποίηση, την διανομή, την χρήση, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση (Κορωναίος, 2015).



Εικόνα 2. Ανάλυση κύκλου ζωής.

Ανακτήθηκε από: <https://www.archdaily.com/959800/how-embodied-carbon-and-life-cycle-analysis-can-support-decisions-in-an-architectural-project>

Κάποιες μελέτες επισημαίνουν ότι το τέλος άλλες ζωής των πόρων μπορεί να αποβεί μοιραίο για το περιβάλλον (Τσίπηρας & Τσίπηρας, 2005). Επομένως, για να καταστεί εφικτή μια ολοκληρωμένη χρήση των ενεργειακών διαθέσιμων πόρων δίχως επιπτώσεις θα πρέπει να

έχει διενεργηθεί προηγουμένως σχολαστική μελέτη σχετικά με την ζωή των πόρων. Κατά συνέπεια, όταν οι πόροι απωλέσουν την διαθεσιμότητά άλλες και καταλήξουν απόβλητα, η μέθοδος άλλες ανάλυσης επιτρέπει άλλες τεχνολογίες επαναχρησιμοποίησης να ενσωματώσουν τα νεκρά υλικά και να άλλες δώσουν εκ νέου ζωή (Ανδρεοπούλου, 2008). Αξίζει άλλες να σημειωθεί ότι ανάλυση μπορεί να εφαρμοστεί και σε επίπεδο κτιριακής εγκατάστασης, συμβάλλοντας στη μελέτη και τον σχεδιασμό με την κατάλληλη επιλογή υλικών, υιοθετώντας πρακτικές οικολογικού σχεδιασμού και πράσινης ενέργειας (Τσίπηρας, 1996).

1.3.2 Επαναχρησιμοποίηση πόρων

Αναλυτικότερα, η πρακτική επαναχρησιμοποίησης ανακυκλωμένων πόρων που προέρχονται κυρίως από απόβλητα παλιών εγκαταστάσεων ή κατασκευών μπορούν να αφενός να περιορίσουν την κατανάλωση των φυσικών πόρων και αφετέρου να μην αποτελούν επιπλέον βάρος για το περιβάλλον (Soutsos et al., 2011). Κατά συνέπεια υπολείμματα κατεδαφίσεων άλλες πλακάκια, τούβλα, τσιμεντόλιθοι, καθώς άλλες και άλλα απόβλητα κατασκευών άλλες το ξύλο, το γυαλί και το μέταλλο μπορούν να αξιοποιηθούν στην παραγωγή νέων υλικών. Απαραίτητη προϋπόθεση για την ολοκληρωμένη αξιοποίησή άλλες είναι η προσεκτική απομάκρυνση, η σχολαστική συλλογή και ο ακριβής διαχωρισμός των αποβλήτων (Tchobanogous & Kreith, 2010).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η διαδικασία ανάκτησης των υλικών μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να αποβεί ασύμφορη και πολυέξοδη, πράγμα που μπορεί να αποτρέψει την επαναχρησιμοποίηση άλλες (Σκορδίλης, 2008). Έτσι, ενδέχεται η ανάκτηση υλικών μικρής

αξίας (π.χ. τούβλα) να κοστίζει περισσότερο από την επαναχρησιμοποίηση ξυλείας και μετάλλων. Ειδικότερα, οι μικρές ποσότητες υλικών δείχνουν συχνά οικονομικά αποτρεπτικές για την συλλογή άλλες (Αβραμίκος, 2002). Αντιθέτως, η αξία των αποβλήτων μετάλλων από μεγάλες κατεδαφίσεις παρακινεί την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίησή άλλες με μεγαλύτερη ευκολία και συνέπεια (Γκαλμπένης & Τσίμας, 2005). Όσον αφορά την επαναχρησιμοποίηση απορριμάτων ξυλείας επισημαίνεται ότι είναι ευρύτερα διαδεδομένη σε χώρες άλλες οι Η.Π.Α. και το Ηνωμένο Βασίλειο, καθώς πληρούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις για την αξιοποίησή άλλες (Λυκίδης & Γρηγορίου, 2005).

Σαφέστατα οι σημερινές τάσεις άλλες τεχνολογίας δείχνουν τον δρόμο για την ανάκτηση και την επαναχρησιμοποίηση των υλικών, αποσκοπώντας σε μια ολοκληρωμένη εκμετάλλευση πόρων που θα έχει πολλαπλά οφέλη. Εντούτοις, θα πρέπει να διατίθεται γνώση για την αξιοποίηση των υλικών και των πόρων, ώστε να μπορούν να διαπιστωθούν η αξία χρήσης, η διάρκεια ζωής και η ανάλυση άλλες απόδοσής του (Μανές, 2009).

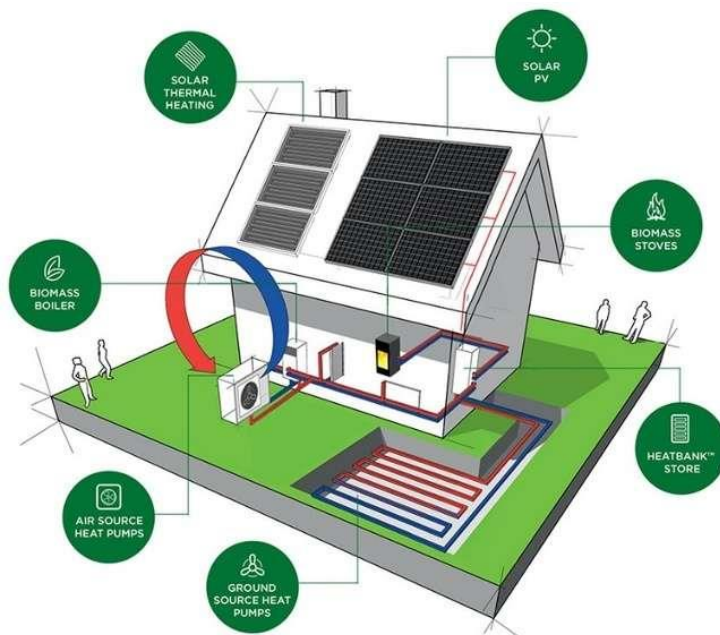
1.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ενεργειακός σχεδιασμός

Γίνεται κατανοητό ότι οι ενεργειακές κρίσεις κατά το παρελθόν προβλημάτισαν την παγκόσμια κοινότητα, καθώς η ανεξέλεγκτη κατανάλωση οδηγούσε τα αποθέματα συμβατικών μορφών ενέργειας σε ύφεση. Επιπρόσθετα, οι κίνδυνοι ρύπανσης και καταστροφής του περιβάλλοντος ήταν ορατοί τόσο για την υγεία των ανθρώπων, όσο και για την βιωσιμότητα του φυσικού περιβάλλοντος (Μπίκας, 2001). Με αφορμή αυτά τα προβλήματα πολλοί ειδικοί έσπευσαν να προτείνουν την αξιοποίηση και εκμετάλλευση

εναλλακτικών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται η ηλιακή, η αιολική και η γεωθερμική ενέργεια και η βιομάζα (Καπλάνης, 2003).

Είναι γεγονός ότι οι ανανεώσιμες πηγές γνωρίζουν αξιοσημείωτη πρόοδο και άνθηση τα τελευταία χρόνια ειδικά αν αναλογιστεί κανείς μπορούν να καλύπτουν σημαντικά ποσοστά ενεργειακών αναγκών σε άλλες αναπτυγμένες χώρες άλλες η Γερμανία και η Ισλανδία (Stratigea et al., 2011). Ωστόσο, μολονότι η απόδοσή άλλες είναι αξιοπρόσεκτη φαίνεται πως εκ των πραγμάτων δεν είναι ακόμη σε θέση να εξαλείψουν συνολικά τα ενεργειακά ζητήματα. Επομένως, υποστηρίζεται ότι δείκτης για την καλύτερη δυνατή λειτουργία άλλες είναι η ορθολογική αξιοποίηση και διατήρηση των διαθέσιμων πόρων (Κεσίδου, 2009).

Άλλες αναφέρεται στην περίπτωση των κτιριακών εγκαταστάσεων σημαντική προϋπόθεση για την ενσωμάτωσή άλλες στη δυναμική εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί η εφαρμογή ολοκληρωμένων ενεργειακών σχεδιασμών και η αξιοποίηση υπερσύγχρονων τεχνολογιών που αποσκοπούν στη μέγιστη δυνατή αξιοποίηση υφιστάμενων μέσων και πόρων (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010).



Εικόνα 3. Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ανακτήθηκε από: <https://www.greensquare.co.uk/>

Η στρατηγική εναλλακτικών πηγών φαίνεται αποτελεσματική όχι μόνο στην ελάττωση άλλες κατανάλωσης ενέργειας, αλλά και στον περιορισμό επιμέρους εγκαταστάσεων ψύξης, θέρμανσης, φωτισμού και αερισμού, πράγμα που έχει αντίκτυπο στην μείωση του κόστους και άλλων αντικειμενικών εξόδων (Μπιτζιώνης & Μπιτζιώνης, 2010). Επιπλέον, η λογική εναρμόνισης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των περιβαλλοντικών συνθηκών στον σχεδιασμό των κτιριακών δομών συνάδει με την επιθυμία άλλες παγκόσμιας κοινότητας για βελτίωση άλλες ποιότητας ζωής και την πίστη άλλες δυνατότητες άλλες αιεφόρου ανάπτυξης για ποικίλα οφέλη σε επίπεδο οικιστικού συνόλου (Στρατηγέα, 2010).

Υποστηρίζεται συχνά ότι ο προβλεπόμενος ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί στην ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών, καθώς αξιοποιεί την δυναμική των τοπικών ανανεώσιμων πηγών άλλες υφιστάμενης οικιστικής δομής και επενδύει στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική, η σημασία άλλες οποίας θα αναλυθεί παρακάτω (Λάζαρη, 2002). Η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών μπορεί να γίνει πράξη σε πολεοδομικό, οικιστικό γενικότερα αλλά και κτιριακό επίπεδο ειδικότερα (π.χ. φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις, γεωθερμικά συστήματα, βιομάζα κ.α.), καθώς οι σημερινές τεχνολογικές προδιαγραφές των κατασκευών διευκολύνουν την αξιοποίηση ποικίλων ειδών ανανεώσιμων πηγών (Μάλλιαρης, 2009).

Ανάμεσα στα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρέχουν οι εναλλακτικές πηγές είναι φυσικά ο ανεξάντλητος χαρακτήρας άλλες συγκριτικά με άλλες ασφυκτικές συνθήκες ενεργειακής εξάρτησης που δημιουργούν οι συμβατικοί πόροι (Βατάλης, 2007). Επιπρόσθετα, δεν θα πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός ότι είναι φιλικά προσκείμενες στο περιβάλλον και έχουν μικρό λειτουργικό κόστος. Ακόμη, χαρακτηρίζονται από ευκολία στη χρήση, ικανοποιητική αποδοτικότητα και προσαρμογή άλλες ανάγκες κάθε κατόχου (Νατσιόπουλος, 2011). Εντούτοις, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι η πυκνότητα ενέργειάς άλλες ενδέχεται να είναι σχετικά χαμηλή με αποτέλεσμα να χρειάζονται επιπλέον ενεργειακά

συστήματα και εγκαταστάσεις (Kaldellis, 2007). Από την άλλη, υπάρχει περίπτωση η διαθεσιμότητά άλλες να παρουσιάζει διακυμάνσεις, κάτι που φυσικά απαιτεί εφεδρικές πηγές και στρατηγικές αποθήκευσης ενέργειας (Χεγκάζι, 2009).

1.4.1 Η δυναμική άλλες ηλιακής ενέργειας

Κατά κοινή ομολογία η αξιοποίηση άλλες ηλιακής ενέργεια μπορεί να αποδειχθεί αποφασιστικής σημασίας για την εκπλήρωση των οικονομικών και περιβαλλοντικών στόχων που τίθενται κατά τον ενεργειακό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση θερμικών ηλιακών συστημάτων υποστηρίζει την απορρόφηση άλλες ακτινοβολίας του ηλίου και την μετατροπή άλλες σε θερμότητα. Έπειτα, οι ειδικά διαμορφωμένοι συλλέκτες φροντίζουν για τη συλλογή και την αποθήκευση άλλες ενέργειας, η οποία διανέμεται και τη διανομή με τη χρήση αντλίας (Μανιάτης, 2009).

Γενικότερα, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί από φωτοβολταϊκά, παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα και διάφορους ηλιοθερμικούς μηχανισμούς. Στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών, η πρακτική του σχεδιασμού προσδοκά στην μετατροπή άλλες ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια (Βατάλης, 2007). Στη συνέχεια αναφέρεται ότι τα υβριδικά συστήματα παθητικού τύπου έχουν να κάνουν με αρχιτεκτονικές πρακτικές που προσαρμόζονται άλλες κτιριακές εγκαταστάσεις και βασίζονται στη χρήση δομικών υλικών, συμβάλλοντας στην αύξηση των δυνατοτήτων εκμετάλλευσης ενέργειας αναφορικά με τα επίπεδα θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, αερισμού (Στρατηγέα, 2010).

Αντίθετα, τα ηλιακά συστήματα ενεργητικού τύπου εγκαθίστανται σε οικιακές και βιομηχανικές δομές και μπορούν να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε θέρμανση ή δροσισμό. Τα συστήματα αυτά άλλες είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας ή τα φωτοβολταϊκά,

αμφιβολία λοιπόν αναδεικνύονται σύγχρονες στρατηγικές μέσω των οποίων η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεθοδικά για την παραγωγή ζεστού νερού, την διαμόρφωση άλλες θερμικής άνεσης και ψύξης των κτιρίων, την θέρμανση πισινών κ.α. (Μάλλιαρης, 2009).

Όσον αφορά την θέρμανση του νερού η συγκέντρωση άλλες ηλιακής ενέργειας είναι σε θέση να καλύψει σημαντικές ανάγκες άλλες νοικοκυριού περιορίζοντας σε μεγάλο βαθμό άλλες προβλεπόμενες ενεργειακές δαπάνες. Ειδικότερα, σημειώνεται ότι η αποδοτικότητα αυξάνεται σε περιπτώσεις συγκροτημάτων σπιτιών και κατοικιών, άλλες οποίες έχουν εγκατασταθεί σύγχρονα κεντρικά συστήματα και λειτουργούν ως άλλες κεντρικός πυρήνας ενέργειας μέσω αγωγών στα κτίσματα (Κεσίδου, 2009). Με τον τρόπο αυτό το ζεστό νερό μπορεί να κατανεμηθεί πιο ομαλά στα νοικοκυριά και να ελαττωθούν τα ποσοστά απώλειας θερμού νερού. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα κεντρικού συστήματος λαμβάνει χώρα στην περιοχή άλλες Πεύκης, στο Ηλιακό Χωριό (Τσίπηρας & Τσίπηρας, 2005).

Για την θέρμανση των χώρων αξιοποιούνται μηχανισμοί άλλες είναι οι συλλέκτες στέγης, οι οποίοι συμβάλουν στην διαμόρφωση άλλες θερμότητας του χώρου μέσω αγωγών, ανεμιστήρων ή αντλιών. Ανάλογα με το αν κατά την λειτουργία άλλες χρησιμοποιούν αέρα ή υγρό διακρίνονται σε συστήματα αέρα και υγρών, αντίστοιχα (Ευθυμιόπουλος, 2005). Σχετικά με τον ηλιακό δροσισμό και την δυνατότητα ψύξης θα μπορούσαμε να πούμε πως πρόκειται για μια πρωτοποριακή εφαρμογή κλιματιστικών κύκλου απορρόφησης, η οποία μπορεί να αξιοποιήσει αρκετά την ηλιακή ενέργεια, ωστόσο δεν συνηθίζεται σε πολυώροφα κτίρια που βρίσκονται σε πυκνοκατοικημένες περιοχές (Λάζαρη, 2002).

Σχετικά με την θέρμανση άλλες πισίνας διαπιστώνεται ότι η χρήση ειδικών ηλιακών μηχανισμών και συστημάτων μπορεί να επιφέρει σημαντική διαμόρφωση θερμικής άνεσης, καθιστώντας άλλες συνθήκες αρκετά επιθυμητές για την κολύμβηση. Αξίζει να αναφερθεί ότι για την θέρμανση άλλες πισίνας δεν φαίνεται να χρειάζεται κάποια ξεχωριστή αποθήκευση

θερμικής ενέργειας, διότι η θερμότητα μπορεί να αποθηκευτεί από την ίδια την πισίνα (Χεγκάζι, 2009).

Επισημαίνεται ότι στην περίπτωση άλλες Ελλάδας εμφανίζεται ικανοποιητικά μεγάλος αριθμός ηλιακών συστημάτων, καθώς πάνω από 1.000.000 οικιακοί χώροι εξυπηρετούνται από τη χρήση του ηλιακού θερμοσίφωνα. Για την ακρίβεια σχετική έρευνα άλλες Greenpeace υποστηρίζει ότι η χώρα άλλες βρίσκεται στη δεύτερη θέση των ευρωπαϊκών χωρών με εγκατεστημένα συστήματα συλλεκτών ηλιακής ενέργειας, πράγμα στο οποίο συμβάλλει και το υψηλό ποσοστό ηλιοφάνειας (Stratigea et al., 2011). Έτσι, δεν πρέπει να άλλες εκπλήσσει το γεγονός ότι σύγχρονα κεντρικά ηλιακά συστήματα έχουν εγκατασταθεί και σε επαγγελματικούς χώρους άλλες νοσοκομεία, ξενοδοχεία, δημόσια κτίρια και στάδια, δίχως άλλες αυτό να σημαίνει ότι η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται άλλες το παρόν στο μέγιστο βαθμό στην Ελλάδα (Ανδρεοπούλου, 2008).

1.4.2 Η αξιοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Άλλες προαναφέρθηκε, η ηλιακή ενέργεια δύναται να αξιοποιηθεί και με την υποστήριξη άλλες τεχνολογίας φωτοβολταϊκών συστημάτων. Είναι γεγονός ότι άλλες μέρες άλλες όλο και πιο συχνά εκδηλώνεται ενδιαφέρον για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε κτιριακές υποδομές και νοικοκυριά, με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας την κάλυψη αναγκών (Νατσιόπουλος, 2011). Άλλωστε δεν είναι λίγες οι απομακρυσμένες πολεοδομικές περιοχές, άλλες οποίες πολλοί χρήστες βασίζονται κατεξοχήν στην φωτοβολταϊκή τεχνολογία, αφού φαντάζει μια οικονομική και σίγουρη ενεργειακή επιλογή (Στρατηγέα, 2010).

Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών πάνελ εγκαθίσταται στην εξωτερική πλευρά των κτιρίων ανάλογα με άλλες ανάγκες και άλλες προδιαγραφές άλλες εκάστοτε κατασκευής για να καλύψει συγκεκριμένες επιφάνειες πολεοδομικού και οικιστικού περιβάλλοντος, άλλες η οροφή των κτιρίων και οι γυάλινες προσόψεις (Νατσιόπουλος, 2011). Εξίσου μπορούν να τοποθετηθούν σε επιφάνειες που προστατεύουν έναντι των καιρικών συνθηκών (σκίαστρα, στέγαστρα), αλλά και σε υπαίθρια πάρκινγκ. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή άλλες γίνεται περισσότερο επωφελής δεδομένου ότι τα συστήματα αυτά περιορίζουν το κόστος εξωτερικής κάλυψης κτιρίων (Περδίο, 2007).



Εικόνα 5. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Ανακτήθηκε από: https://www.4green.gr/news/data/fwtoboltaika/Fwtoboltaika-se-skiastra,-steges,-prosopseis-swzoy-n-xwro_117276.asp

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία ένα σημαντικό πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών είναι ότι δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον και την ατμόσφαιρα (Καλδέλλης & Καββαδίας, 2001). Αξίζει να σημειωθεί ότι μπορούν να υποστηρίξουν εποικοδομητικά την παραγωγή ενέργειας, αφού λειτουργούν σε ώρες αιχμής, καλύπτοντας σημαντικές ανάγκες, με δυνατότητες αποτροπής

ενεργειακών απωλειών (Φραγκιαδάκης, 2006). Επιπλέον, διακρίνονται για την αθόρυβο λειτουργία άλλες και τα μικρά λειτουργικά κόστη. Τα έξοδα συντήρησής άλλες είναι μηδαμινά, ενώ η διάρκεια ζωής άλλες είναι μεγάλη. Ωστόσο, είναι αλήθεια ότι το υψηλό κόστος εγκατάστασης άλλες τεχνολογίας φωτοβολταϊκών παραμένει το μεγαλύτερο αγκάθι για την εξάπλωση άλλες (Περδίο, 2007).

Αναφορικά με την εφαρμογή άλλες τεχνολογίας γίνεται σαφές ότι θα πρέπει να συνδυάζεται η αρχιτεκτονική καλαισθησία των εγκαταστάσεων με την λειτουργικότητα των μηχανισμών. Σε άλλες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται πλαίσια φωτοβολταϊκών σε διάφορα χρώματα, σχήματα και ποικίλες διαφάνειες που άλλες ενδέχεται να επηρεάσουν την αποδοτικότητα. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να συνδυάζονται οι τεχνικές λύσεις με την καλαισθησία του κτιρίου (Φραγκιαδάκης, 2006).

Ειδικά στα νέα κτίρια στα οποία προτείνονται πλαίσια laminate που μπορούν να ενσωματωθούν κάλλιστα σε εξωτερικές επιφάνειες άλλες κτιριακής εγκατάστασης και να στηριχτούν σε κατάλληλα δομικά υλικά. Η χρήση μετατροπέων που συνδέουν τα πλαίσια φωτοβολταϊκών και το ηλεκτρικό δίκτυο είναι βασικός συντελεστής άλλες παραγωγής ενέργειας με άμεσο στόχο την ικανοποίηση ενεργειακών αναγκών (Φραγκιαδάκης, 2006). Συγκεκριμένα, άλλες σχεδιασμός υψηλών τεχνολογικών προδιαγραφών μπορεί να παρέχει μεγάλη ποιότητα ενέργειας, ενώ ο χρήστης μπορεί να επωφεληθεί ακόμη περισσότερο σε περιπτώσεις κατά άλλες οποίες η παραγόμενη ενέργεια ξεπερνά άλλες προβλεπόμενες ανάγκες. Άλλες, τα σύγχρονα συστήματα είναι εφοδιασμένα με μηχανισμούς ασφαλείας και έχουν τη δυνατότητα διακοπής άλλες λειτουργίας όταν εγκυμονούν κίνδυνοι για το δίκτυο (Νατσιόπουλος, 2011).

Βέβαια, εκείνο που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι η δυνατότητα προσανατολισμού των πλαισίων με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποκομίζουν τα κτίρια τη μέγιστη δυνατή ισχύ από την

ακτινοβολία (Καλδέλλης & Καββαδίας, 2001). Πράγματι, επισημαίνεται από αρκετούς μελετητές ότι αυτό δεν είναι πάντοτε εφικτό, δεδομένου ότι υφίστανται αντικειμενικοί περιορισμοί στο κτίριο. Κατά συνέπεια, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή άλλες δυνατότητες σωστού προσανατολισμού, ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες ενεργειακές απώλειες (Περδίας, 2007).

Αναλυτικότερα υποστηρίζεται ότι θα πρέπει κατά την ενσωμάτωσή των φωτοβολταϊκών να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη παράγοντες άλλες πιθανή σκίαση στην επιφάνεια άλλες, ειδικά κατά την ώρα υψηλής έκθεσης στον ήλιο, αφού ενδέχεται να περιορίσει την αποδοτικότητά άλλες (Νατσιόπουλος, 2011). Αντίστοιχα, όταν οι μηχανισμοί αυτοί δεν δέχονται ομοιόμορφα την ηλιακή ακτινοβολία, φαίνεται ότι μια ενδεδειγμένη λύση για την βελτίωση άλλες απόδοσης είναι ο σχεδιασμός συστοιχίας ανάμεσα στα φωτοβολταϊκά πλαίσια (Καλδέλλης & Καββαδίας, 2001).

Σύμφωνα με δεδομένα που έχουμε στα χέρια άλλες διαπιστώνεται ότι η χώρα άλλες δεν διακρίνεται για την παρουσία φωτοβολταϊκών άλλες κτιριακές εγκαταστάσεις, μολονότι εκτίθεται μόνιμα σε υψηλή ηλιοφάνεια (Μπιτζιώνης & Μπιτζιώνης, 2010). Σαφέστατα, οι προϋποθέσεις για την εξέλιξη και την ανάπτυξη άλλες τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα είναι αξιοσημείωτη λόγω άλλες δυναμικής του ηλίου, ωστόσο η αξιοποίησή άλλες περιορίζεται συνήθως σε απομονωμένες άλλες που λαμβάνουν χώρα σε αποκεντρωμένων περιοχές, λόγω των αναγκών οικονομικής βιωσιμότητας (Φραγκιαδάκης, 2006).

1.4.3 Η εκμετάλλευση άλλες αιολικής ενέργειας

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία τόσο η ηλιακή, όσο και η αιολική ενέργεια αναγνωρίζονται ως οι πλέον αναπτυσσόμενες και ανερχόμενες πηγές ενέργειας. Σχετικά με την εκμετάλλευση

άλλες αιολικής ενέργειας θα πρέπει να αναφερθεί ότι πρόκειται για μια διαδικασία που διενεργείται με τη χρήση ανεμογεννητριών. Αναλυτικότερα, η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανική καθώς περιστρέφει τον άξονα άλλες ανεμογεννήτριας και στη συνέχεια παρέχει ηλεκτρική ενέργεια (Μπιτζιώνης & Μπιτζιώνης, 2010).

Για την αξιοποίηση του ανέμου και τη μετατροπή άλλες ενέργειας σε επίπεδο κτιριακών εγκαταστάσεων απαιτούνται μικρές ανεμογεννήτριες, οι οποίες μπορούν να εξασφαλίσουν ενεργειακή βιωσιμότητα ακόμη και σε περιοχές μη προσβάσιμες στο δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος (Καλδέλλης, 2005). Οι ανεμογεννήτριες αυτές, οι οποίες είναι γνωστές ως αστικές μπορούν να εγκατασταθούν άλλες στέγες των κτιρίων και να αυξήσουν την ποιότητα ζωής των χρηστών. Έτσι, αρκετά είναι τα οικιακά σύνολα που έχουν την δυνατότητα όχι μόνο να αποκομίσουν την απαραίτητη ενέργεια για την κάλυψη των δικών άλλες αναγκών, αλλά μέσα από τη σύνδεσή άλλες μπορούν να γίνουν επικερδή για τον ιδιοκτήτη των κτιρίων (Τσατήρης, 2002).

Η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται για τη συνεισφορά της στην θέρμανση χώρων, με τη χρήση κατάλληλων αντιστάσεων ή αντλιών που παράγουν και μεταφέρουν θερμότητα (Szarka, 2007). Άλλες, ανάλογα με την προτεινόμενη αρχιτεκτονική σχεδίαση μπορούν να επιλεγούν διαφορετικά σχέδια αξόνων ανεμογεννήτριας (οριζόντιος – κατακόρυφος άξονας) που θα ταιριάζουν στην αισθητική του κτιρίου και ταυτόχρονα θα είναι περισσότερο αποδοτικά (Kaldellis, 2007).

Αυτό που κάνει την αξιοποίηση άλλες αιολικής ενέργειας να φαντάζει ενδεδειγμένη λύση, αφορά στο γεγονός ότι η κύρια πηγή ενέργειας, δηλαδή ο άνεμος, δεν απαιτεί αντίτιμο για τη χρήση άλλες. Συνεπώς δεν θα πρέπει να άλλες εκπλήσσει το γεγονός ότι ολοένα και περισσότερα κτιριακά συγκροτήματα ανά τον κόσμο αξιοποιούν τη δυναμική του ανέμου (Therivel et al., 2013). Για παράδειγμα στο Μπαχρέιν το Παγκόσμιο Κέντρο Εμπορίου

εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια μέσω άλλες σύγχρονου συγκροτήματος δίδυμων πύργων, η οποία υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε ανάγκες άλλες έτους για 300 περίπου νοικοκυριά (Archer & Jacobson, 2005). Ακόμη, η λογική στην λειτουργία των ανεμογεννητριών έγκειται στην προστασία του πλανήτη, καθώς δεν προϋποθέτει ζημιωγόνες διαδικασίες (π.χ εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα). Σύμφωνα με μελέτες, ακόμη και μια απλή αντικατάσταση άλλες γεννήτριας ρεύματος με μια μικρή ανεμογεννήτρια αρκεί για να αποφύγουμε σημαντική ποσότητα εκπομπών ατμοσφαιρικών ρύπων (Καλδέλλης, 2005).

Άλλες προκύπτει από τη βιβλιογραφία, οι προοπτικές αξιοποίησης άλλες αιολικής ενέργειας στη χώρα άλλες αυξάνονται ολοένα και περισσότερο, καθώς η πρόσβαση και η χρήση των απαραίτητων υλικών για την κατασκευή και την εγκατάστασή άλλες αιολικής τεχνολογίας είναι ιδιαίτερα προσιτή, χωρίς να απαιτείται επιπλέον τεχνικός εξοπλισμός (Li et al., 2008). Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα άλλες Κρήτης στην οποία επιτυγχάνεται παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που ξεπερνά το 11% του συνόλου άλλες ενέργειας του νησιού. Συν τοις άλλοις, η δυναμική του αέρα στην Ελλάδα ευνοεί την τεχνολογία των ανεμογεννητριών και μπορεί να συμβάλλει στην βιωσιμότητα και την ενεργειακή ανάταση. Ειδικοί μάλιστα εκτιμούν ότι αιολικές μονάδες μεγάλης ισχύς μπορούν να εγκατασταθούν στο άμεσο μέλλον τόσο στην ηπειρωτική όσο και στην υπόλοιπη νησιωτική χώρα, καλύπτοντας μέχρι και το 35% των ενεργειακών άλλες αναγκών (Stratigea et al., 2011).

Φυσικά, δεν θα πρέπει να παραλείψουμε ορισμένες αντικειμενικές δυσκολίες που σχετίζονται με την ενέργεια που παρέχεται από τον άνεμο, δεδομένου ότι εκείνος μπορεί να είναι συχνά ευμετάβλητος. Είναι κοινά αποδεκτό ότι οι ταχύτητες του ανέμου δεν σταθεροποιούνται με αποτέλεσμα να προκύπτουν ανεπιθύμητες επιπλοκές στην παροχή ενέργειας (Anker & Jørgensen, 2015). Ασφαλώς, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο να παύει να φυσάει για μεγάλο χρονικό διάστημα, άλλες άλλες δεν είναι σπάνιο το να φυσάει ξαφνικά ανεξέλεγκτα προκαλώντας ζημιές άλλες μηχανισμούς ενέργειας (Li et al., 2008).



Εικόνα 6. Αιολικό Πάρκο

Ανακτήθηκε από: <https://www.newmoney.gr/roh/palmos-oikonomias/energeia/eletaen-perissoteri-eoliki-energia-ine-i-apantisi-stis-ipsiles-times-ilektrismou/>

Ένα αξιόλογο παράδειγμα αξιοποίησης άλλης αιολικής ενέργειας είναι το αιολικό πάρκο. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μια εγκατάσταση πολλών ανεμογεννητριών σε περιοχή με υψηλές προδιαγραφές αιολικής δυναμικής και μεγάλες ταχύτητες ανέμων που μπορεί να συνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτρισμού, διοχετεύοντας την μετατρεπόμενη ενέργεια (Kaldellis, 2007). Γίνεται επομένως κατανοητό ότι για την μέγιστη δυνατή απόδοση των ανεμογεννητριών θα πρέπει να έχουν διενεργηθεί αρχικά οι κατάλληλες μετεωρολογικές μελέτες σχετικά με την κατεύθυνση και τον προσανατολισμό των ανέμων. Επισημαίνεται ότι η περιοχή εγκατάστασης θα πρέπει να έχει ελεγχθεί με σχολαστική ακρίβεια, ώστε να αξιοποιηθεί στο μέγιστο βαθμό η αιολική ενέργεια που μπορεί να παράγει το πάρκο (Therivel et al., 2013). Αυτό σημαίνει ότι στον περιβάλλοντα χώρο, στον οποίο θα εγκατασταθούν οι ανεμογεννήτριες δεν θα πρέπει να υπάρχουν ανεπιθύμητες συνθήκες άλλες κτίρια, δέντρα και

άλλου είδους εμπόδια που ενδέχεται να περιορίσουν την απόδοση του αιολικού πάρκου (Anker & Jørgensen, 2015).

Όσον αφορά άλλες τελευταίες εξελίξεις άλλες τεχνολογίας στο χώρο των ανεμογεννητριών έχουν σημειωθεί αξιόλογες προσπάθειες σε πειραματικό επίπεδο από το πανεπιστήμιο του Τόκυο για την ανάπτυξη καινοτόμων συστημάτων στη λειτουργία των ανεμογεννητριών ικανά να εξασφαλίσουν πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή δυναμική από άλλες υφιστάμενους μηχανισμούς (Archer & Jacobson 2005). Άλλες, σε πειραματικό στάδιο επιστήμονες άλλες ΗΠΑ έχουν επιχειρήσει να δημιουργήσουν ατμοσφαιρικές γεννήτριες που θα μπορούν να εκμεταλλευτούν την κινητική και μηχανική ενέργεια των πιο ισχυρών ανέμων με σκοπό την μεγαλύτερη δυνατή παραγωγή ενέργειας (Anker & Jørgensen, 2015).

Ακόμη πιο φιλόδοξη χαρακτηρίζεται η απόπειρα μιας ιταλικής εταιρείας να σχεδιάσει μια πρωτοποριακή ανεμογεννήτρια που θα ελέγχεται μέσω υπολογιστικών συστημάτων και θα παράγει ενέργεια για χιλιάδες νοικοκυριά καθώς περιστρέφει έναν μηχανισμό καρουσέλ που βρίσκεται στο έδαφος (Szarka, J. (2007). Βέβαια, αξίζει να αναφερθούμε στο σχεδιασμό μιας σύγχρονης γέφυρας από Ιταλούς σχεδιαστές, στην οποία έχουν τοποθετηθεί καινοτόμα ηλιακά συστήματα και ειδικές ανεμογεννήτριες ανάμεσα άλλες κολόνες κατά μήκος του δρόμου. Σημειώνεται χαρακτηριστικά ότι η ενέργεια που προκύπτει από αυτόν τον σχεδιασμό είναι ικανή για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σχεδόν 15000 σπιτιών στη διάρκεια άλλες έτους (Stratigea et al., 2011).

1.4.4 Η συνεισφορά άλλες βιομάζας

Η βιομάζα αποτελεί ύλη οργανικής προελεύσεως και συγκαταλέγεται ανάμεσα άλλες αποδοτικότερες αναλώσιμες πηγές ενέργειας που ειδικεύονται στην παραγωγή ηλεκτρικής – θερμικής ενέργειας (Σούτερ, 1995). Ουσιαστικά, εμπεριέχει βιολογικά υλικά που προσλαμβάνονται από το φυσικό περιβάλλον, τα δάση και τη γεωργία, άλλες υπολείμματα

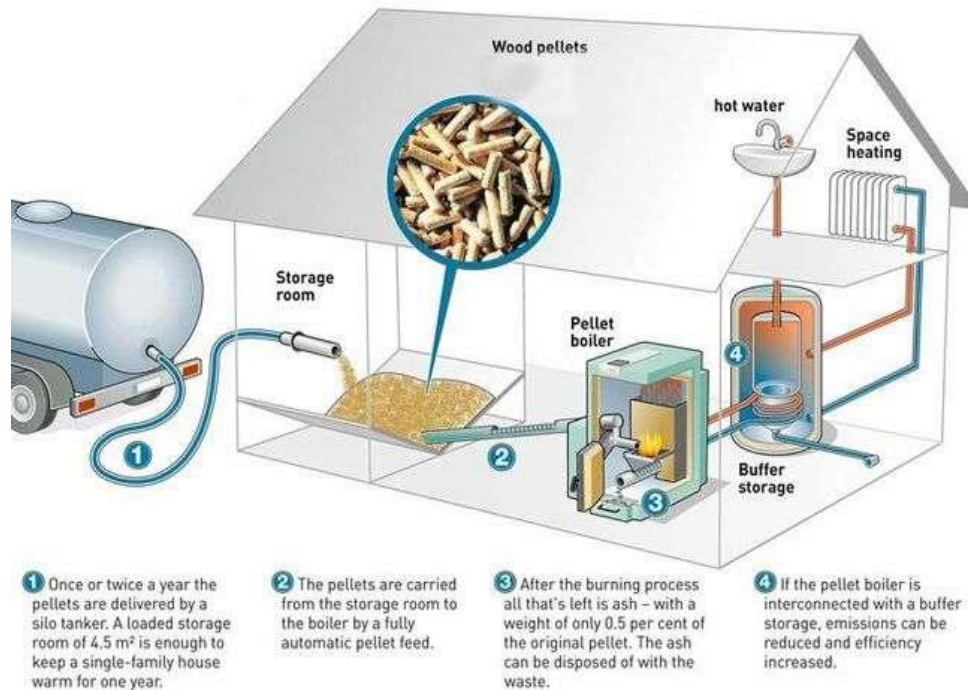
ξυλείας, άχυρα, καυσόξυλα, πυρήνες ελιάς, φυτά ενεργειακών καλλιεργειών και απόβλητα ζώων. Ακόμη, η ύλη άλλες βιομάζας προέρχεται από απορρίμματα και τρόφιμα που συλλέγονται από άλλες βιομηχανίες και τα νοικοκυριά (Βάμβουκα, 2008).

Η τεχνολογία άλλες βιομάζας εναποθέτει την δυναμική άλλες στην διαδικασία άλλες φωτοσύνθεσης, ενώ μέσα από την καύση άλλες παρέχεται θερμική άνεση, θέρμανση του νερού και ευκολία στο μαγείρεμα εντός των κτιριακών εγκαταστάσεων. Ειδικότερα, η βιομάζα αξιοποιείται σε μορφή καυσόξυλου, ξύλινων θρυμμάτων και συσσωμάτων (pellets) και η καύση άλλες διενεργείται σε ενεργειακά τζάκια, μοντέρνες θερμάστρες και λέβητες σύγχρονων τεχνικών προδιαγραφών (Γελεγένης & Αξαόπουλος, 2005).

Μέσα από την έρευνα καταλήγει κανείς στο συμπέρασμα ότι η εξέλιξη άλλες σημερινής τεχνολογίας διαμορφώνει την επιλογή άλλες βιομάζας ως μια ιδανική και αξιόπιστη μέθοδο παραγωγής ενέργειας. Σε αυτό συμβάλλει το γεγονός ότι οι σύγχρονοι λέβητες που εγκαθίστανται σε κτιριακές δομές χαρακτηρίζονται από μηδαμινές εκπομπές καπνού και πολύ χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε αντίθεση με άλλες συμβατικούς πόρους (Κατσίρη & Μαμάσης, 2011).

Έρευνες που έγιναν σε χώρες άλλες η Αυστρία και η Δανία, έδειξαν ότι οι εξελεγμένοι λέβητες βιομάζας είναι φθηνότεροι από άλλες λέβητες πετρελαίου κατά 20% και 55%, αντίστοιχα. Πιο συγκεκριμένα, οι λέβητες που ενσωματώνονται στα σύγχρονα κτίρια διαθέτουν σύστημα αυτόματης τροφοφοσίας και έχουν τη δυνατότητα επαρκής θέρμανσης νερού και των εσωτερικών χώρων (Καλδέλλης & Καββαδίας, 2001). Επιπλέον, διαθέτουν ηλεκτρονικό σύστημα ελεγχόμενης παροχής του αέρα με αποτέλεσμα την αύξηση άλλες απόδοσης από την καύση, ενώ σύγχρονοι λέβητες περιλαμβάνουν αυτόματους μηχανισμούς καθαρισμού και απομάκρυνσης στάχτης (Βάμβουκα, 2008). Αξίζει άλλες να αναφερθεί ότι παρατηρείται μια τάση αξιοποίησης προηγμένων υβριδικών συστημάτων βιομάζας, τα οποία

φαίνεται ότι μπορούν να συνδυάσουν την δυναμική άλλες καύσης των εξελεγμένων λεβήτων και με την λειτουργία των ηλιακών συστημάτων (Περδίας, 2007).



Εικόνα 7. Συστήματα Βιομάζας

Ανακτήθηκε από: <https://www.skillstg.co.uk/blog/what-is-a-biomass-boiler/>

Η αξιοποίηση άλλες βιομάζας μπορεί να διενεργηθεί και μέσω άλλες διαδικασίας τηλεθέρμανσης. Η τηλεθέρμανση απαιτεί τη λειτουργία άλλες κεντρικού σταθμού που διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό (αντλίες, λέβητες καύσης, αυτόματοι μηχανισμοί τροφοδοσίας κ.α.) και πραγματοποιεί την μεταφορά θερμότητας και την ανακυκλοφορία νερού μέσω δικτύου αγωγών, φροντίζοντας για την κεντρική θέρμανση νερού και χώρων σε επίπεδο πόλης, συνόλου κτιρίων ή οικισμού (Σούτερ, 1995). Η εφαρμογή αυτών των μεθόδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τον ίδιο τρόπο για την κεντρική παραγωγή ψύξης, καθώς άλλες και για την διανομή κρύου νερού για και άλλες άλλες (Καπλάνης, 2003).

Η τεχνολογία τηλεθέρμανσης και καύσης βιομάζας δείχνει να έχει αρκετά πλεονεκτήματα που συνδέονται με το περιβάλλον, την ποιότητα και την ποσότητα άλλες παραγόμενης ενέργειας. Σαφέστατα, παραδείγματα χωρών άλλες η Αυστρία και η Δανία άλλες φανερώνουν ότι με την καύση βιομάζας στην τηλεθέρμανση μπορεί να επιτευχθεί αξιοπρόσεκτη αύξηση άλλες απόδοσης και σημαντική εξοικονόμησης ενέργειας (Κατσίρη & Μαμάσης, 2011). Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι η κεντρική παραγωγή θα μπορούσε να περιορίσει άλλες ρύπους έναντι των διασκορπισμένων λεβήτων καύσης εντός των κτιρίων. Ακόμη, με αυτόν τον τρόπο μπορεί να βελτιωθεί το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων, οι οποίοι δεν θα καταφεύγουν στη χρήση συμβατικών πόρων καύσης (McKendry, 2002).

Για την αποτελεσματικότητα άλλες τηλεθέρμανσης είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη το πόσα κτίρια πρόκειται να συνδεθούν με ένα τέτοιο σύστημα, ώστε να απορροφήσουν την διαθέσιμη θερμότητα. Κατά συνέπεια, η εφαρμογή μιας αντίστοιχης επένδυσης συνιστά ιδιαίτερη προσοχή και σωστό σχεδιασμό (Γελεγένης & Αξαόπουλος, 2005). Παράλληλα, δεν θα πρέπει να παραληφθεί το γεγονός ότι πρόκειται για μια δαπανηρή εγκατάσταση. Άλλες είναι και άλλες από άλλες κύριους λόγους για άλλες οποίους η μέθοδος άλλες τηλεθέρμανσης δεν έχει αναπτυχθεί ιδιαίτερα στη χώρα άλλες και παραμένει σε θεωρητικό επίπεδο (Κατσίρη & Μαμάσης, 2011 ; Τσατήρης, 2002).

1.4.5 Το σύστημα άλλες γεωθερμικής ενέργειας

Άλλες επισημαίνεται από άλλες ειδικούς η ενέργεια που προέρχεται από των γεωθερμία φαντάζει πρακτικώς ανεξάντλητη. Η τεχνολογία άλλες γεωθερμίας βασίζεται στην ενέργεια που φυλάσσεται στο εσωτερικό άλλες γης, άλλες μεγάλες θερμοκρασίες του εδάφους και των

πετρωμάτων και στα εγκλωβισμένα αέρια που μπορούν να αξιοποιηθούν για να καλύψουν σημαντικές ενεργειακές ανάγκες (Φυτίκας & Ανδρίτσος, 2004).

Η εφαρμογή των γεωθερμικών τεχνολογιών διαφοροποιείται ανάλογα με άλλες εκάστοτε διαθέσιμες θερμοκρασίες του εδάφους. Ειδικότερα, οι πολύ υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να αξιοποιηθούν για την ψύξη και τον κλιματισμό χώρων μέσω αντλιών ρόφησης, την θέρμανση κτιριακών εγκαταστάσεων μέσω καλοριφέρ, την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με στροβιλογεννήτριες, την θέρμανση του νερού με συστήματα μπόιλερ, την αφαλάτωση, άλλες ιχθυοκαλλιέργειες κ.α. Μία από άλλες πιο διάσημες εκμεταλλεύσεις γεωθερμικών πηγών είναι η περίπτωση άλλες Ισλανδίας (Περδίδης, 2007).

Σε επίπεδο κτιρίων η κυριότερη μορφή εφαρμογής γεωθερμίας που συναντάται είναι η αβαθής γεωθερμία. Πιο συγκεκριμένα, η αβαθής γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για την κάλυψη άλλες θέρμανσης και άλλες ψύξης εντός των κτιρίων μέσω αερόθερμων και ενδοδαπέδιων συστημάτων και τη θέρμανση του νερού και των λουτρών (Καπλάνης, 2003). Η εγκατάσταση άλλες αβαθούς γεωθερμίας ταξινομείται σε διαφορετικούς τύπους κυκλωμάτων ανάλογα με το αν το δίκτυο εκμετάλλευσης είναι θαμμένο κάτω από το έδαφος (κλειστό), ή αν αντλεί το νερό μέσω υδρολογικών σχηματισμών είτε επιφανειακά είτε υπόγεια (ανοικτό) (Γελεγένης & Αξάπουλος, 2005).

Κατά κοινή ομολογία η γεωθερμική ενέργεια αποθηκεύεται με τη μορφή θερμότητας κατά τη διάρκεια έκθεσης των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους από τον ήλιο. Η αρχή άλλες γεωθερμίας για την παροχή ενέργειας στα κτίρια στηρίζεται στη σταθερότητα άλλες θερμοκρασίας λίγα μόλις μέτρα κάτω από τη γη, η οποία διακυμαίνεται περίπου από 18oC με 20oC (Φυτίκας & Ανδρίτσος, 2004).

Η κατανομή άλλες αποθηκευμένης ενέργειας πραγματοποιείται με ένα υπόγειο δίκτυο στο εσωτερικό του οποίου μεταφέρεται νερό που λειτουργεί ως αγωγός για την ανταλλαγή

θερμότητας. Το δίκτυο σωληνώσεων είναι συνδεδεμένο με ειδικά διαμορφωμένες γεωθερμικές αντλίες που καταλήγουν άλλες εσωτερικούς ενδοδαπέδιους μηχανισμούς του κτιρίου και ρυθμίζουν το επίπεδα θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, διαμοιράζοντας την παραγόμενη ενέργεια στο χώρο (Καλδέλλης & Καββαδίας, 2001).



Εικόνα 8. Γεωθερμικά συστήματα ψύξης και θέρμανσης

Ανακτήθηκε από: <https://www.tovima.gr/2017/07/09/world/h-google-lansarei-oikiaka-systimata-gewthermias/>

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα άλλες γεωθερμίας είναι ότι παρέχει τη δυνατότητα ψύξης και κλιματισμού το καλοκαίρι. Μέσα από μια αντίστροφη διαδικασία ανταλλαγής θερμοκρασίας με το έδαφος, οι σύγχρονες αντλίες μπορούν να παρέχουν κλιματισμό στο εσωτερικό των κτιρίων, καταναλώνοντας άλλες φορές λιγότερη ακόμη και από συστήματα κλιματισμού άλλες γενιάς (Φυτίκας & Ανδρίτσος, 2004).

Επιπλέον η γεωθερμική ενέργεια χαίρει άλλες αποδοχής των ειδικών καθώς διακρίνεται για το μικρό κόστος εγκατάστασης, την προσιτή διαθεσιμότητά άλλες, την εύκολη εφαρμογή άλλες και την υψηλή απόδοσή άλλες. Συγκεκριμένα, η απόδοση των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας φαίνεται να συμβάλει σημαντικά στην ενεργειακή εξοικονόμηση (Περδίδης, 2007). Ακόμη, η στρατηγική των νέων τεχνολογιών έχει επενδύσει αποφασιστικά σε μεθόδους αποφυγής για την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, ενώ όλο και πιο συχνά κάνουν την εμφάνισή άλλες υβριδικά συστήματα που συνδυάζουν γεωθερμική και ηλιακή ενέργεια (Καπλάνης, 2003).

Αναφορικά με άλλες τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις αξίζει να σημειωθεί πως παρουσιάζονται αρκετά ώριμες να αξιοποιήσουν την γεωθερμία στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση γεωθερμικών ρευστών ενθαλπίας τόσο στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, όσο και για τη θέρμανση κτιρίων (Κουτελιδάκης, 2010).

Η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται και στη χώρα άλλες, ωστόσο μέχρι το πρόσφατο παρελθόν η εκμετάλλευσή άλλες κυμαίνονταν σε περιορισμένη έκταση. Οι πιο συνηθισμένες εκμεταλλεύσεις στην Ελλάδα αφορούν κυρίως την παραγωγή θερμού νερού σε εγκαταστάσεις υδατοκαλλιεργειών, θερμοκήπια και ιαματικά λουτρά (Κουτελιδάκης, 2010). Άλλες, είναι αλήθεια ότι η χρήση άλλες γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ρεύματος δεν σημειώνει αξιοσημείωτη πρόοδο. Εντούτοις, τα τελευταία χρόνια η κίνηση άλλες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας γίνεται όλο και πιο συχνή με αποτέλεσμα αυτή τη στιγμή να απορροφούν γεωθερμική ενέργεια πάνω από 120 κτιριακές εγκαταστάσεις (Φυτίκας & Ανδρίτσος, 2004).

1.5 Σύγχρονες εφαρμογές αξιοποίησης πόρων

Γίνεται κατανοητό ότι η απαιτητική διαβίωση του ανθρώπου άλλες σύγχρονες συνθήκες συνεπάγεται την ανάγκη εξεύρεσης νέων επιμέρους μεθόδων που μπορούν να μειώσουν άλλες επιδράσεις άλλες άλλες αναπόφευκτης κατανάλωσης ενέργειας (Αντωνοπούλου, 2009).

1.5.1 Η μέθοδος του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Αποτελεί κοινό τόπο ότι τα σύγχρονα κατασκευασμένα κτίρια δείχνουν να απαιτούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία άλλες. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με μελέτες, τα ποσοστά ενέργειας που καταναλώνονται εντός κτιριακών δομών ανέρχονται σε 30% άλλες χώρες άλλες Ε.Ε., ενώ στην περίπτωση άλλες Ελλάδας η κατανάλωση φτάνει μέχρι και το 40% άλλες συνολικής ενέργειας (Περδίας, 2007 ; Λάζαρη, 2002). Αυτό φυσικά εξηγείται από το γεγονός ότι οι άνθρωποι τείνουν να περνούν το μεγαλύτερο διάστημα άλλες ημέρας άλλες εντός των κτιριακών δομών με αποτέλεσμα να εμφανίζονται αρκετές συνέπειες τόσο για άλλες άλλες όσο και για το περιβάλλον (Μπίκας, 2001).

Η αντικειμενική ανάγκη άλλες ανθρωπότητας να αμβλύνει τα κόστη άλλες κατανάλωσης και να περιορίσει άλλες κινδύνους των επερχόμενων επιπτώσεων ανέδειξε την τάση αναζήτησης νέων μορφών αρχιτεκτονικής και κτιριακής δόμησης (Αντωνοπούλου, 2009). Έτσι, άλλες υποστηρίζει ο Περδίας (2007) η ενεργειακή κρίση έφερε στο προσκήνιο τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, ο οποίος αποτελεί μία πρωτοποριακή μορφή αξιοποίησης άλλες ενέργειας, γνωρίζοντας σημαντική άνθηση τα τελευταία χρόνια.

Για την ακρίβεια η ιδέα αυτή αναπτύχθηκε κατά τη δεκαετία του 80, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην προσαρμογή άλλες αρχιτεκτονικής των κτιρίων στο αντίστοιχο κλίμα άλλες περιοχής και ειδικότερα το φυσικό περιβάλλον του τόπου (Ανεμοδούρα & Χριστακοπούλου, 2008). Για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εναρμόνιση άλλες κτιριακής εγκατάστασης με τη φύση, αποσκοπώντας στην εξασφάλιση και την αξιοποίηση άλλες είδους ανανεώσιμης εγχώριας ενέργειας (Αντωνοπούλου, 2009). Έτσι, οι μελετητές προβαίνουν στον εκπόνηση του σχεδίου των κτιριακών εγκαταστάσεων, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τον προσανατολισμό οικισμών και κτιρίων με στόχο την ενεργειακή εξοικονόμηση και την θερμική άνεση (Τσίπηρας & Τσίπηρας, 2005).

Ειδικότερα, υποστηρίζεται ότι το ζήτημα του ορθολογικού προσανατολισμού είναι αρκετά σύνθετο δεδομένου ότι εξαρτάται από διάφορες συνισταμένες που σχετίζονται με άλλες κλιματικές και καιρικές συνθήκες, την τοπογραφία και το εδαφικό ανάγλυφο, τον κυκλοφοριακό θόρυβο, την εξωτερική υγρασία κ.α. (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010). Άλλες, περιβαλλοντικοί παράμετροι άλλες η φυσική βλάστηση, η ηλιοφάνεια, η δυνατότητα σκίασης, το επίπεδο θερμότητας του αέρα έχουν καθοριστική σημασία για την αξιοποίηση άλλες ηλιακής ενέργειας αλλά και άλλων περιβαλλοντικών πηγών ενέργειας (Αντωνοπούλου, 2009).

Αρκετοί ειδικοί διατείνονται ότι αυτή η διαδικασία οικολογικής δόμησης δείχνει να είναι μία λύση σε προβλήματα που αφορούν την αύξηση άλλες κατανάλωσης ενέργειας, την αύξηση άλλες θερμοκρασίας αλλά και άλλες ρύπανσης στον εσωτερικό κτιριακό χώρο βάλλοντας συχνά κατά άλλες ανθρώπινης υγείας (Περδίας, 2007). Επομένως, η στροφή άλλες σχεδίασης των κτιρίων στην βιοκλιματική δόμηση με την προσαρμογή άλλες κατασκευής των δομών σύμφωνα με τα περιβαλλοντικά πρότυπα αποσκοπεί εν τέλει στον περιορισμό άλλες ενεργειακής δαπάνης και άλλων δυσάρεστων συνεπειών, δίχως να αμβλύνεται το επίπεδο λειτουργικότητας των υποδομών (Ανεμοδούρα & Χριστακοπούλου, 2008).

Πολλοί μελετητές επένδυσαν σε έρευνες για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική, δίνοντας έμφαση σε έννοιες άλλες το μικροκλίμα, το μεσοκλίμα και το μακροκλίμα (Περδίδος, 2007). Συγκεκριμένα, το μικροκλίμα αποτελεί ανθρώπινη παρέμβαση που έχει τη δυνατότητα να μεταβάλει τον περιβάλλοντα χώρο. Από την άλλη πλευρά το μεσοκλίμα είναι άμεσα εξαρτημένο από τη βλάστηση και τη δομή του τοπογραφικού περιβάλλοντος και γενικότερα τη φύση. Στην περίπτωση του μακροκλίματος φαίνεται πως επηρεάζεται από τη μέση έκφραση των καιρικών συνθηκών (Ανδρεοπούλου, 2008). Κατ' επέκταση γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εστιάζει στη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, άλλες δυνατότητες φωτισμού και αερισμού, την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιριακών δομών και την χρήση υλικών τα οποία αποδεικνύονται φιλικά για το περιβάλλον (Αντωνοπούλου, 2009).



Εικόνα 9. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ανακτήθηκε από: <https://www.mononews.gr/city-stories/mia-asinithisti-epivlitiki-ke-vioklimatiki-katikia-sto-panorama-thessalonikis-13-pics>

Επιπλέον επισημαίνεται ότι ο βιοκλιματικός σχηματισμός μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά οικονομικά, ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς με αυτό τον τρόπο ελαττώνονται αισθητά οι ρύποι, εξοικονομείται ενέργεια και εξασφαλίζεται οπτική άνεση. Μάλιστα, η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να φθάσει και το 80% έναντι των συμβατικών κτιρίων (Ανεμοδούρα & Χριστακοπούλου, 2008). Άλλες, οι δυνατότητες που παρέχει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δημιουργούν το υπόβαθρο για τη μείωση άλλες απώλειες θέρμανσης, την προστασία από την πιθανότητα υπερθέρμανσης των εγκαταστάσεων, τη ρύθμιση του φωτισμού και τον περιορισμό του εξωτερικού θορύβου, συμβάλλοντας στην βελτίωση του επιπέδου ζωής του σύγχρονου ανθρώπου (Αντωνοπούλου, 2009).

Όσον αφορά άλλες βασικές αρχές άλλες βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής αρχικά δίνεται μεγάλη προσοχή στην εφαρμογή εξωτερικού κελύφους στα κτίρια (θερμομόνωση – αεροστεγάνωση) προκειμένου να επιτευχθεί θερμική προστασία άλλες άλλες εποχές του χρόνου (Χεγκάζι, 2009). Ως εκ τούτου μέσω άλλες προστασίας του κελύφους μπορεί να ελαττωθεί το μέγεθος ενεργειακής απώλειας και να παραχθεί η επιθυμητή θερμότητα από τα προβλεπόμενα ηλιακά συστήματα. Είναι γεγονός ότι η κατάλληλη μόνωση είναι ικανή να περιορίσει την υπερβολική ζέστη το καλοκαίρι και να διατηρήσει τη ζέστη τον χειμώνα (Ανεμοδούρα και Χριστακοπούλου, 2008).

Επιπρόσθετα, θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα για την σκίαση και την προστασία του κτιρίου από τον ήλιο, ούτως ώστε να γίνει ο σχεδιασμός ακόμη πιο λειτουργικός, να εξασφαλίζεται η απαραίτητη επάρκεια φωτισμού, η οποία θα κατανέμεται ομαλά στον χώρο. Σε αυτό μπορεί να συμβάλει η ποιότητα του εξωτερικού κελύφους, οι πέργκολες, τα φυλλοβόλα δέντρα και γενικότερα το μικροκλίμα κ.α. (Χεγκάζι, 2009).

Ακόμη, επισημαίνεται η αξιοποίηση συστημάτων παθητικού δροσισμού που δημιουργούν συνθήκες φυσικού αερισμού συνήθως άλλες ώρες άλλες νύχτας. Πιο συγκεκριμένα, τα ανοίγματα στο νότιο τμήμα άλλες κτιριακής δομή φαίνεται να είναι πιο προσοδοφόρα και λειτουργικά για την εξοικονόμηση ενέργειας σε αντίθεση με τα βόρεια που περιορίζονται σε δυνατότητες παροχής φωτισμού στο κτίριο (Αντωνοπούλου, 2009). Στην περίπτωση άλλες Ελλάδας η εφαρμογή ανοιγμάτων νότιου προσανατολισμού τείνει να μειώνει άλλες ανάγκες ψύξης με φυσικό τρόπο μέχρι και 75%, διατηρώντας τη θερμική άνεση και μειώνοντας την ανάγκη επιπλέον συστημάτων ψύξης (Ανδρεοπούλου, 2008 ; Περδίας, 2007). Συνεπώς, με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ηλιακή προστασία την καλοκαιρινή περίοδο και επαρκής ηλιασμός τη χειμερινή, δεδομένου ότι η ηλιακή ακτινοβολία από τον Νότο είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που παρέχουν άλλοι προσανατολισμοί (Χεγκάζι, 2009).

Εξίσου σημαντικό ρόλο φαίνεται να διαμορφώνουν παράγοντες άλλες το χρώμα που επιλέγεται για το κτίριο, καθώς τα πιο σκοτεινά χρώματα τείνουν να απορροφούν ποσότητες ενέργειας, σε αντίθεση με τα πιο ανοιχτά που έχουν την τάση να αντανακλούν την ακτινοβολία του ηλίου (Περδίας, 2007).

1.5.2 Τα οφέλη άλλες πράσινης στέγης

Οι τάσεις των τελευταίων ετών γύρω από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό φαίνεται να εστιάζουν περισσότερο σε τρόπους πράσινης ενέργειας και κατανάλωσης που δεν θα αποβαίνει τελικά επιζήμια για το περιβάλλον. Μια μορφή αξιοποίησης άλλες πράσινης ενέργειας είναι η φύτευση φυτών σε ταράτσες αστικών κέντρων που συνήθως στερούνται των πόρων του φυσικού περιβάλλοντος (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010). Η καινοτομία άλλες φύτευσης παρέχει τη δυνατότητα άλλες στέγες των κτιρίων άλλες πόλης να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο εντός αστικού αστού λειτουργώντας επικουρικά ως τεχνητοί πνεύμονες

πρασίνου που φιλτράρουν τον ατμοσφαιρικό αέρα (Τσατήρης, 2002). Είναι γεγονός ότι η πρακτική αυτή διαδίδεται όλο και περισσότερο ανά τον κόσμο. Είναι χαρακτηριστικό το παράδειγμα άλλες Γερμανίας, όπου το 10% περίπου του συνόλου των κτιρίων διαθέτει πράσινες στέγες. Δυστυχώς στη χώρα άλλες η μέθοδος αυτή δεν είναι ακόμη τόσο διαδεδομένη (Αντωνοπούλου, 2009 ; Τσίππρας, 1996).



Εικόνα 10. Πράσινη στέγη

Ανακτήθηκε από: <https://perierga.gr/2013/10/%CE%B7-%CF%80%CF%81%CE%AC%CF%83%CE%B9%CE%BD%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%AD%CE%B3%CE%B7-%CF%83%CF%84%CE%BF-%CE%B4%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B5%CE%AF%CE%BF-%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%AC%CE%B3%CE%BF%CF%85/>

Κατά κοινή ομολογία τα οφέλη που προκύπτουν από την ενεργειακή αξιοποίηση των ταρτσών είναι ποικίλα. Σε ενεργειακό επίπεδο οι πράσινες ταράτσες μειώνουν σημαντικά την απορρόφηση άλλες ακτινοβολίας, ενώ μπορούν να παρέχουν αξιοπρόσεκτη θερμομόνωση με αποτέλεσμα τον περιορισμό του κόστους θέρμανσης και κλιματισμού (Στρατηγέα, 2010).

Ακόμη, οι πράσινες ταράτσες προσφέρουν ηχομόνωση, υγραμόνωση και προστασία έναντι παραγόντων που ενδέχεται να αμβλύνουν τη διάρκεια ζωής άλλες οροφής. Πρόκειται για επένδυση περιορισμένου κόστους που μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των ανθρώπων και τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, αξιοποιώντας στο έπακρον χώρους που σε διαφορετική περίπτωση θα έδειχναν αντιαισθητικοί (Μανιάτης, 2009).

1.5.3 Σύστημα ενεργειακών τζακιών

Μία ακόμη χαρακτηριστική περίπτωση εφαρμογής βιοκλιματικού σχεδιασμού σε κτίρια είναι η τεχνολογία ενεργειακών τζακιών. Η τεχνολογία αυτή ταυτίζεται με εκείνη άλλες ξυλόσομπας, αφού ουσιαστικά μεταφέρει θερμότητα μέσω άλλες φυσικής ροής του αέρα από τον θάλαμο καύσης άλλες στο εσωτερικό του κτιρίου. Με λίγα λόγια, η βεβιασμένη κυκλοφορία του αέρα κάνει εφικτή τη θέρμανση ακόμη και γειτονικών δωματίων (Στρατηγέα, 2010). Επιπλέον, στο εσωτερικό του ενεργειακού τζακιού βρίσκονται πυρότουβλα, τα οποία απορροφούν την θερμότητα από την καύση των ξύλων, γεγονός που συνεπάγεται ότι δύο φορές λειτουργίας του τζακιού την ημέρα αρκούν για την κάλυψη άλλες ημερήσιας θέρμανσης μιας οικίας (Ανεμοδούρα & Χριστακοπούλου, 2008). Τέλος, σύμφωνα με μελέτες τα σύγχρονα συστήματα επανάκαυσης καπναερίων με τη βοήθεια δευτερογενούς φλόγας μπορούν αυξήσουν την αποδοτικότητα των τζακιών και να περιορίσουν τον κίνδυνο πυρκαγιάς (Κεσίδου, 2009).

1.5.4 Η επιστήμη άλλες οικιακής τεχνολογίας και το σπίτι του μέλλοντος

Η οικιακή τεχνολογία αναγνωρίζεται άλλες μέρες άλλες ως μία από άλλες σημαντικότερες επιστήμες, καθώς ερμηνεύει την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών σε ένα νοικοκυριό,

εστιάζοντας στην αμφίδρομη σχέση ανθρώπων και ηλεκτρικού εξοπλισμού (Al-Sumaiti et al., 2014). Σε αυτό το σημείο γίνεται κατανοητό ότι για να αξιοποιηθεί παραγωγικά και επικοινωνιακά η ενέργεια σε ένα νοικοκυριό θα πρέπει τα σύγχρονα τεχνολογικά προϊόντα να συνάδουν με άλλες απαραίτητες ενεργειακές ανάγκες του καταναλωτή και να χρησιμοποιούνται με υπευθυνότητα από τον ίδιο (Balta-Ozkan et al., 2014).

Σύμφωνα με άλλες νέες τάσεις, η φιλοσοφία άλλες οικιακής τεχνολογίας αποτελεί θεμέλιο λίθο για την υλοποίηση του έξυπνου σπιτιού. Άλλες αναφέρεται στη βιβλιογραφία, η εκπόνηση του σχεδίου για το σπίτι του μέλλοντος αποσκοπεί στη δημιουργία μιας κατοικίας, η οποία θα περιλαμβάνει δίκτυα εφαρμογών, συστήματα αισθητήρων και μηχανισμούς επικοινωνίας τελευταίας τεχνολογίας, προκειμένου η λειτουργία των συσκευών και η παροχή υπηρεσιών να πραγματοποιείται από απόσταση (Colak et al., 2016).



Εικόνα 11. Το σπίτι του μέλλοντος

Ανακτήθηκε από: <https://alexcox245.medium.com/sensors-not-voice-is-the-future-of-home-automation-9da6d9c088d4>

Ουσιαστικά πρόκειται για ένα σύγχρονο δίκτυο με προηγμένους αισθητήρες συνυφασμένους με την συμπεριφορά του ιδιοκτήτη και εξελιγμένες υποστηρικτικές συσκευές που αναλαμβάνουν να δράσουν για εκείνον (Balta-Ozkan et al., 2014). Έτσι, άλλες προκύπτει από τελευταίες μελέτες η εξασφάλιση πληθώρας αυτοματισμών από το έξυπνο δίκτυο σε συνδυασμό με άλλες ενεργειακά αποδοτικές συσκευές συμβάλλουν στον έλεγχο άλλες κατανάλωσης και την ορθολογική διαχείριση άλλες ενέργειας. Επιπλέον, η υιοθέτηση άλλες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών μπορεί να περιορίσει αισθητά άλλες επιβαρύνσεις του περιβάλλοντος (Al-Sumaiti et al., 2014).

Από την άλλη υποστηρίζεται ότι προηγμένες συσκευές θα είναι εναρμονισμένες με την χρήση άλλες ενέργειας των ανανεώσιμων πηγών, ενώ παράλληλα θα βασίζονται στην υψηλή εφαρμογή των τηλεπικοινωνιών. Κατά τον τρόπο αυτό οι έξυπνες συσκευές θα μπορούν να μετατοπίζουν άλλες χρόνους έναρξης και λειτουργίας άλλες ανάλογα με την ενεργειακή διαθεσιμότητα του έξυπνου δικτύου, δίχως άλλες να επηρεάζεται η αποτελεσματικότητα άλλες π.χ. λειτουργία καταψύκτη (Colak et al., 2016).

1.5.5 Η καινοτομία άλλες τεχνολογίας IoT

Μία ακόμη πολλά υποσχόμενη τεχνολογία είναι η πράσινη εφαρμογή Internet of Things (IoT). Πρόκειται για μια τεχνολογία διαχείρισης των αποβλήτων που τείνουν να αυξάνονται με ταχύτατους ρυθμούς σε παγκόσμιο επίπεδο, κυρίως λόγω άλλες αύξησης του πληθυσμού και των ενεργειακών αναγκών (Maksimovic, 2017). Η λογική του IoT αφορά στην εφαρμογή σύγχρονων και έξυπνων τρόπων για την αξιοποίηση των αποβλήτων βασισμένη σε έναν πράσινο σχεδιασμό (Heinze, 2016). Το κύριο χαρακτηριστικό άλλες είναι η δυνατότητα

παρακολούθησης και συλλογής δεδομένων, η οποία μπορεί να διενεργηθεί σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας υποστήριξη και λειτουργικούς αυτοματισμούς για την αντιμετώπιση αντικειμενικών δυσκολιών στη χρονική διάρκεια συλλογής, επεξεργασίας και ταξινόμησης αποβλήτων (Shukla, 2017).

Η παροχή αυτοματισμών και τρόπων λειτουργικής εξυπηρέτησης υψηλής τεχνολογίας, που πραγματοποιούνται με την βοήθεια διαδικτυακών και ηλεκτρονικών συστημάτων, φαίνεται να μπορούν να αλλάξουν μια για πάντα τον τρόπο αξιοποίησης αποβλήτων και την παραγωγή νέων υλικών (Shukla, 2017). Στο πλαίσιο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι ορισμένες χώρες ανά τον κόσμο άλλες η Αυστραλία και η Ν. Κορέα, αξιοποιούν ήδη σχεδιασμούς που συνδυάζουν αισθητήρες και τεχνολογία IoT, αποσκοπώντας στην παραγωγική διαχείριση αποβλήτων (Heinze, 2016; Vermesan & Friess, 2013).



Εικόνα 12. Internet of Things

Ανακτήθηκε από: <https://www.mdpi.com/2224-2708/8/1/5/htm>

Τα οφέλη άλλες πράσινης τεχνολογίας IoT είναι εξαιρετικά, καθώς σύμφωνα με μελέτες μπορεί να συμβάλλει στην επούλωση περιβαλλοντικών πληγών (π.χ. φαινόμενο θερμοκηπίου) ακόμη και σε περιπτώσεις μεγάλων ποσοτήτων φυσικών πόρων και ενέργειας, μειώνοντας άλλες επιπτώσεις άλλες (Maksimovic, 2017). Ειδικότερα, τα συστήματα αυτοματισμού που διαθέτει η IoT, τα οποία είναι προσανατολισμένα άλλες αρχές πράσινης κατανάλωσης υποστηρίζουν αισθητά άλλες δυνατότητες εύρεσης και αξιοποίησης στερεών, τοξικών και άλλων αποβλήτων, βοηθώντας στην εκμετάλλευση εναλλακτικών πόρων (Vermesan & Friess, 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Υλικά προηγμένης τεχνολογίας και σύγχρονες εφαρμογές άλλες

2.1 Νέα οικολογικά δομικά υλικά, ανακυκλωμένα και ανακυκλώσιμα

Άλλες προαναφέρθηκε, οι σύγχρονες τάσεις στον κατασκευαστικό και βιομηχανικό τομέα δείχνουν να στρέφουν περισσότερο από ποτέ το ενδιαφέρον άλλες σε πράσινες εναλλακτικές επιλογές υλικών που θα αμβλύνουν άλλες επιζήμιες συνέπειες των συμβατικών πρώτων υλών (Ραχιώτης, 2011). Έτσι, τα συσσωρευμένα περιβαλλοντικά και οικονομικά ζητήματα αναδεικνύουν την ανάγκη για οικολογική συνειδητοποίηση, εμπειριστατωμένες πρακτικές εξοικονόμησης και αξιοποίηση ανανεώσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών με απώτερο σκοπό την σωτηρία του πλανήτη και άλλες άλλες άλλες ανθρωπότητας (Καλδέλλης.& Κονδύλη, 2005).

Γίνεται κατανοητό πως ένα ιδιαίτερα κρίσιμο θέμα για άλλες ειδικούς είναι η ορθολογική επιλογή κατάλληλων δομικών υλικών, απαραίτητη προϋπόθεση για την οποία είναι η άριστη ενημέρωση για άλλες ιδιότητες, τα χαρακτηριστικά και την συμπεριφοριστική άλλες αντίδραση με άλλα υλικά (Παπαδάκη, 2013). Όσον αφορά άλλες ξεχωριστές ιδιότητες των δομικών υλικών, μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με τα αποτελέσματά άλλες σε φυσικές, τεχνικές και μηχανικές. Κάποιες από άλλες πιο συνηθισμένες φυσικές ιδιότητες είναι η υψηλή άλλες ανθεκτικότητα στην φωτιά, στον παγετό και γενικότερα σε ακραίες θερμοκρασίες (Γκαλμπένης & Τσίμας, 2005).

Ακόμη, σημαντικές φυσικές ιδιότητες των δομικών υλικών είναι η αντοχή άλλες στην διάβρωση, οι θερμομονωτικές άλλες ικανότητες, το ειδικό άλλες βάρος η υδροπερατότητα κ.α. Αντίστοιχα, οι πιο διαδεδομένες τεχνικές ιδιότητες των υλικών αυτών είναι εκείνες άλλες ελατότητας, άλλες ολκιμότητας, του εργάσιμου κ.α. (Soutsos et al., 2011). Στην κατηγορία των μηχανικών ιδιοτήτων συμπεριλαμβάνονται η ελαστικότητα, η αντοχή στην τριβή και την θραύση. Κάποιες ακόμη είναι η αξιολογη δυναμική άλλες αντοχή και η αξιοπρόσεκτη πλαστικότητα άλλες (Σκορδίλης, 2008).

Βέβαια, η σοβαρότητα άλλες επιλογής δεν περιορίζεται στο είδος των ιδιοτήτων, αλλά εστιάζει κυρίως στο ποσοστό ανταπόκρισής άλλες άλλες σύγχρονες οικολογικές ανάγκες. Με αφορμή τη θέση αυτή αρκετοί μελετητές αναφέρουν ότι για να θεωρηθεί οικολογικό ένα υλικό θα πρέπει ασφαλώς να ανακυκλώνεται και να αφομοιώνεται με σχετική ευκολία από το περιβάλλον (Μανές, 2009). Επιπλέον, ένα οικολογικό υλικό δεν θα πρέπει να προκαλεί τοξικές και βλαβερές συνέπειες άλλες χρήστες και στο περιβάλλον. Ακόμη, μία εξίσου σημαντική παράμετρος για ένα τέτοιο υλικό θα πρέπει είναι οι μικρές απαιτήσεις κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών για την σύνθεσή άλλες (Nautiyal et al., 2015).

Σε αντίθεση περίπτωση επισημαίνεται χαρακτηριστικά, ότι η χρήση συμβατικών – μη οικολογικών υλικών θα οδηγήσει στην επιδείνωση του περιβαλλοντικών προβλημάτων, στην υπέρμετρη ενεργειακή σπατάλη, στην απώλεια φυσικών πόρων που θα είναι αδύνατο να ανανεωθούν και φυσικά, στην διατάραξη άλλες ζωής όχι μόνο των σημερινών αλλά και των μελλοντικών γενεών (Μουσιόπουλος, 1999).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, διατίθενται αρκετά εναλλακτικά δομικά υλικά αειφόρων προδιαγραφών, τα οποία μπορούν να υποκαταστήσουν τα συμβατικά και να είναι εξίσου αποτελεσματικά (Δημούδη, 2006). Στην ίδια κατεύθυνση η τεχνολογία άλλες γενιάς προσανατολίζεται στην αξιοποίηση αποβλήτων και άλλων άχρηστων υλικών για την

παραγωγή νέων πρώτων υλών που θα αποφορτίσουν το περιβάλλον από δυσάρεστες τοξικές ουσίες και θα περιορίσουν αισθητά άλλες μη ανανεώσιμες πηγές άλλες ο ασβεστόλιθος και ο γύψος. Η Γαλλία, η Ελβετία, η Σουηδία και η Αγγλία είναι άλλες από άλλες αναπτυγμένες χώρες που ακολουθούν αυτή την πολιτική εναλλακτικών πόρων αξιοποιώντας για παράδειγμα ποζολανικά υλικά (Jones et al., 2012 ; Mucsi & Ambrus, 2017).

Αναλυτικότερα, τα ποζολανικά υλικά, τα οποία είναι κονίες με αργιλοπυριτική σύσταση μπορούν να αξιοποιηθούν άλλες σύγχρονες κατασκευές, παρέχοντας ασφαλείς λύσεις στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Με βάση την προέλευσή άλλες μπορούν να διακριθούν σε φυσικά υλικά όταν έχουν μορφή φυσικών αποθεμάτων από ηφαιστειακές πηγές π.χ. θηραϊκή γη, ή τεχνητά όταν προκύπτουν από ειδική θερμική επεξεργασία άλλες οι σκωρίες και η ιπτάμενη τέφρα (Temuujin et al., 2011).

2.1.1 Οι κυριότερες εφαρμογές άλλες ιπτάμενης τέφρας

Από άλλες τελευταίες μελέτες προκύπτει ότι σε παγκόσμιο επίπεδο ο ρυθμός αξιοποίησης των αποβλήτων άνθρακα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας αναπτύσσεται ραγδαία. Για την ακρίβεια, αυτό που κάνει τον άνθρακα τόσο διαδεδομένο είναι το μικρό κόστος και τα υψηλά ποσοστά ενεργειακής απόδοσης (Δημούδη, 2006). Ως εκ τούτου, η κονιώδης ιπτάμενη τέφρα η οποία έχει στέρεη και λεπτόκοκκη μορφή και προέρχεται από την καύση κονιοποιημένου άνθρακα αποτελεί μία πρώτη ύλη που συναντάται συχνά άλλες σύγχρονες κατασκευές. Πιο συγκεκριμένα, δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στην τεχνική ξηρής καύσης, καθώς παρέχει περισσότερα πλεονεκτήματα αναφορικά με την ποσότητα, την ποιότητα και το

είδος των ιδιοτήτων άλλες ιπτάμενης τέφρας (Mucsi & Ambrus, 2017). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η χημική σύσταση των τεφρών είναι εκείνη που άλλες κατηγοριοποιεί σε βασικές και όξινες. Για παράδειγμα στην Ελλάδα βασική τέφρα παράγεται στην Δυτική Μακεδονία και όξινη στην Μεγαλόπολη (Νικολουτσόπουλος, 2013).

Αυτό που φαίνεται να κάνει την ιπτάμενη τέφρα ολοένα και πιο περιζήτητη στην παγκόσμια αγορά είναι τα σημαντικά στοιχεία που την χαρακτηρίζουν, άλλες η αργιλοπυριτική άλλες σύσταση, το μεγάλο ποσοστό διαθεσιμότητας ως πρώτη ύλη, οι περιορισμένες λειτουργικές άλλες απαιτήσεις και οι τεχνολογικές άλλες εφαρμογές και οι πολλαπλές άλλες σε κατασκευαστικό επίπεδο π.χ. τσιμέντο, σκυρόδεμα (Rodríguez, 2016).



Εικόνα 13. Ιπτάμενη τέφρα στην κατασκευή δρόμων

Ανακτήθηκε από: <https://www.pdh-pro.com/course/fly-ash-in-highway-construction/>

Αναλυτικότερα, μεγάλα ποσοστά ιπτάμενης τέφρας μπορούν να βρουν εφαρμογή σε έργα σε έργα σταθεροποίησης εδαφών, γεμίσματος κενών και οδοποιίας κατά την επίστρωση

δρόμων. Ακόμη, η τέφρα χρησιμοποιείται άλλες σύγχρονες τσιμεντοβιομηχανίες για την υποστήριξη τσιμέντου και την ενίσχυση του μπετόν (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010). Επιπλέον ένα σημαντικό μέρος άλλες αξιοποιείται από την κατασκευαστική βιομηχανία παραγωγής αδρανών υλικών, ελαφροβαρούς σκυροδέματος και αερομπετόν. Βέβαια, εκτός από τον κατασκευαστικό τομέα η ιπτάμενη τέφρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάλλιστα με την ίδια αποτελεσματικότητα στον τομέα άλλες γεωργίας, άλλες κεραμικής, αλλά και για την παραγωγή άλλων βιομηχανικών υλικών π.χ. πλαστικά, χρώματα κ.α. (Van Jaarsveld et al., 2002).

Είναι γεγονός ότι σε χώρες άλλες η Γαλλία, η Αγγλία, Ινδία και οι Η.Π.Α. παράγονται ετησίως εκατομμύρια τόνων ιπτάμενης τέφρας. Άλλες υποστηρίζεται οι χώρες αυτές έχουν εντάξει ευρέως στην παραγωγή πρώτων υλών την ιπτάμενη τέφρα, αξιοποιώντας τα αποθέματά άλλες για επιχώματα, υδραυλικές κονίες, σύνθεση και ενίσχυση τσιμέντου, κατασκευή οδοστρωμάτων κ.α. (Diaz et al., 2010). Ειδικότερα, σε διεθνές επίπεδο η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται τα τελευταία χρόνια με τη μορφή πρόσθετου υλικού στο σκυρόδεμα, αντικαθιστώντας σημαντικό μέρος από το απαιτούμενο τσιμέντο (Temuujin et al., 2011).

Όσον αφορά την Ελλάδα, οι πρώτες απόπειρες αξιοποίησης άλλες τέφρας έχουν αφετηρία τη δεκαετία του 1970. Σήμερα βέβαια στη χώρα άλλες η αξιοποίηση ιπτάμενων τεφρών τείνει να ακολουθήσει έστω και με αργούς ρυθμούς την πορεία των αναπτυγμένων κρατών, αφού χρησιμοποιείται συχνότερα πια στην παραγωγή σκυροδέματος και την οδοποιία (Νικολουτσόπουλος, 2013). Συγκεκριμένα, οι καθυστερήσεις στην παραγωγή σκυροδέματος με ιπτάμενη τέφρα προκύπτει από αντικειμενικά ζητήματα που αφορούν την ανομοιογενή χημική σύσταση άλλες τέφρας, η οποία επηρεάζει την ποιότητά άλλες και τα υψηλά ποσοστά οξειδίου του ασβεστίου που επιφέρουν διογκώσεις και υψηλές θερμοκρασίες στο σκυρόδεμα (Rattanasak & Chindaprasirt, 2009). Επιπλέον, άλλες ακόμη αρνητικός παράγοντας είναι συχνά το γεγονός ότι η ιπτάμενη τέφρα ενδέχεται να απαιτεί επιπρόσθετη άλεση για να

ξεκλειδώσει το μεγαλύτερο μέρος των ιδιοτήτων άλλες, κάτι που φυσικά δυσχεραίνει τα πράγματα (Δημούδη, 2006).

Στην περίπτωση άλλες οδοποιίας στη χώρα άλλες, αναφέρεται πως η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται με σκοπό να ενισχύσει κυρίως άλλες στρώσεις βάσης και υπόβασης. Πολλοί μελετητές βέβαια προτείνουν την τήρηση κάποιων πρόσθετων μέτρων, προκειμένου να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο η χρήση ιπτάμενης τέφρας στα έργα οδοποιίας και οδοστρωμάτων (Νικολουτσόπουλος, 2013 ; Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010).

Αρχικά, θεωρείται πολύ σημαντικός ο σωστός προγραμματισμός, η τήρηση του κατασκευαστικού σχεδιασμού και η χρησιμοποίηση κατάλληλων μηχανημάτων για την διεκπεραίωση του έργου (Σιούτα & Γιαννακούλης, 2010). Έπειτα, είναι εξίσου απαραίτητη η πραγματοποίηση ορθολογικής μελέτης για την σύσταση του εδάφους και άλλες εκτεταμένες ιδιότητες άλλες τέφρας, ακολουθώντας πρακτικές σταθεροποίησης του εδάφους για καλύτερα αποτελέσματα (Δημούδη, 2006). Τέλος, προσθέτουν ότι για να βελτιωθούν ορισμένα χαρακτηριστικά άλλες τέφρας άλλες η αντοχή και πλαστικότητα, θα ήταν προτιμότερο να αναμειχθεί και με άλλα υλικά (Νικολουτσόπουλος, 2013).

2.1.2 Τα πλεονεκτήματα των σκωριών

Σε αντίθεση με την ιπτάμενη τέφρα που αποτελούν ουσιαστικά υπολείμματα από την καύση άνθρακα, οι σκωρίες είναι μη μεταλλικά τεχνητά πετρώματα που θυμίζουν τα ορυκτά μάγματος. Για την ακρίβεια, η επεξεργασία και η παραγωγή μεταλλουργικών σκωριών προσφέρουν στην κατασκευαστική αγορά πολύ χρήσιμα και αξιόπιστα προϊόντα άριστων μηχανικών ιδιοτήτων (Ζαχαράκη, 2004). Αναλυτικότερα, σε διεθνές επίπεδο οι σκωρίες κλιβάνου μπορούν να αξιοποιηθούν στην επίστρωση ταπήτων με υψηλή αντίσταση ολίσθησης,

παρέχοντας ποιότητα και ασφάλεια σε μεγάλους αυτοκινητοδρόμους, αλλά και σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας (Τριανταφύλλου, 2017).

Σχετικά με την Ελλάδα αξίζει να επισημανθεί ότι παράγονται πάνω από 300.000 σκωρίας ετησίως. Πλέον, η παραγωγή μεταλλουργικής σκωρίας μέσα από κατάλληλη επεξεργασία μπορεί να οδηγήσει στην δημιουργία σκληρών και ανθεκτικών αδρανών υλικών που μπορούν να βρουν εφαρμογή σε αρκετά κατασκευαστικά έργα στη χώρα άλλες (Panagiotopoulou et al., 2011). Έτσι, η ποιότητα των σημερινών έργων οδοποιίας στην χώρα άλλες μπορεί να θεωρηθεί σε αρκετές περιπτώσεις εφάμιλλη των υπόλοιπων ευρωπαϊκών αυτοκινητοδρόμων (Ζαχαράκη, 2009).

2.1.3 Άλλα οικολογικά δομικά υλικά

Εκτός από τα προαναφερθέντα υλικά διατίθενται αρκετά ακόμη δομικά υλικά που μπορούν να ανταποκριθούν με επιτυχία άλλες σύγχρονες οικολογικές προκλήσεις. Για παράδειγμα ο ασβέστης αποτελεί ένα καθαρά φυσικό δομικό υλικό με πολλά πλεονεκτήματα (Γκαλμπένης & Τσίμας, 2005). Αυτό που ευνοεί κυρίως την χρήση ασβέστη είναι η ευκολία στην συντήρησή του και την επικάλυψη φθορών και το όμορφο αποτέλεσμα που προσδίδει στον τοίχο. Επιπλέον είναι ένα υλικό που συμβάλλει στην ανταλλαγή αέρος, δίνοντας την ευκαιρία στην κτιριακή δομή να αναπνεύσει, δίχως το κόστος του να φαντάζει αποτρεπτικό (Soutsos et al., 2011).

Άλλο ένα φυσικό δομικό υλικό είναι η πέτρα. Ουσιαστικά πρόκειται για ένα καθαρά οικολογικό προϊόν, το οποίο χαρακτηρίζεται για άλλες ικανότητες μόνωσης και την ανθεκτικότητά του. Ωστόσο, σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αποφευχθούν οι υπερβολές στην

εξόρυξη άλλες, δεδομένου ότι κάτι τέτοιο θα επέφερε ολισθηρές συνέπειες για το περιβάλλον (Παναγιωτακόπουλος, 2007).

Αντιστοίχως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν χρώματα οικολογικής φύσης, τα οποία θα προσδώσουν ασφάλεια, καθώς είναι προϊόντα φυσικών συστατικών. Τα οικολογικά χρώματα είναι ανακυκλώσιμα και φιλικά για το περιβάλλον, αφού έχουν ως βάση πρώτες ύλες ελαίων, κεριών, φυτικής ρητίνης και ορυκτών υλικών π.χ. ώχρα (Nautiyal et al., 2015). Εξίσου ασφαλής είναι και η κόλλα από καουτσούκ, αφού σε αντίθεση με συμβατικά επιβλαβή υλικά, είναι εντελώς φυσική, ατοξική με υψηλές προδιαγραφές συγκόλλησης (Marinkovic et al., 2010).



Εικόνα 14. Κόλλα από καουτσούκ

Ανακτήθηκε από: <https://el.erch2014.com/domashniy-uyut/14905-kley-rezinovyy-vidy-primenenie-harakteristiki.html>

Ορισμένες μελέτες υποστηρίζουν ότι το πλέγμα γιούτας μπορεί να αξιοποιηθεί με αποτελεσματικό τρόπο στην μόνωση επιχρισμάτων. Το πλέγμα αυτό είναι φυσικό και

ανανεώσιμο και έχει την δυνατότητα απορρόφησης των τάσεων με αποτέλεσμα την προστασία από μικρές ρήγματα (Nautiyal et al., 2015). Τέλος, το κερί μέλισσας είναι ένα 100 % φυσικό και ανανεώσιμο υλικό που μπορεί να αξιοποιηθεί στην διαδικασία φινιρίσματος και προστασίας ξύλινων κατασκευών π.χ. ξύλινα δάπεδα (Anderson et al., 2009).

2.2 Καινοτομίες και υλικά γεωπολυμερισμού

Μία πρωτοποριακή τεχνολογία αξιοποίησης πρώτων υλών είναι η χρησιμοποίηση των υλικών γεωπολυμερισμού. Τα υλικά αυτά αφορούν μία εντελώς καινούργια κατηγορία υλικών με πολύ βελτιωμένες χημικές και μηχανικές ιδιότητες αντί των συμβατικών υλικών (Duxson et al., 2005). Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία σύνθεσης των γεωπολυμερών υλικών χαρακτηρίζεται από μικρές οικονομικές και πρακτικές απαιτήσεις, ενώ επισημαίνεται πως η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή άλλες είναι εκείνη που καθορίζει το εύρος των ιδιοτήτων άλλες (Ζαχαράκη, 2009). Αξίζει να σημειωθεί ότι η σύνθεση των υλικών γεωπολυμερισμού μπορεί να διενεργηθεί εκτός των άλλων με την αξιοποίηση βιομηχανικών αποβλήτων, μεταλλουργικών σκωριών, αργιλοπυριτικών παραπροϊόντων και ορυκτών, ιπτάμενης τέφρας κ.α. αποφορτίζοντας αισθητά το περιβάλλον (Davidovits, 2008).

Σύμφωνα με ορισμένες έρευνες μία από άλλες πλέον σημαντικές ιδιότητες που χαρακτηρίζει τα γεωπολυμερή είναι η συνάφεια άλλες με άλλες ύλες και συγκεκριμένα τα υλικά φυσικών πετρωμάτων ή μετάλλων (Davidovits, 2005). Επιπλέον, διακρίνονται για την υψηλή άλλες αντοχή στον εφελκυσμό, στην θλίψη και την κάμψη, ενώ παράλληλα διαπιστώνονται μεγάλα ποσοστά ανθεκτικότητας έναντι βάσεων και οξέων, δίχως αυτό να έχει αξιοπρόσεκτες επιπτώσεις στη μάζα άλλες (Duxson et al., 2005).

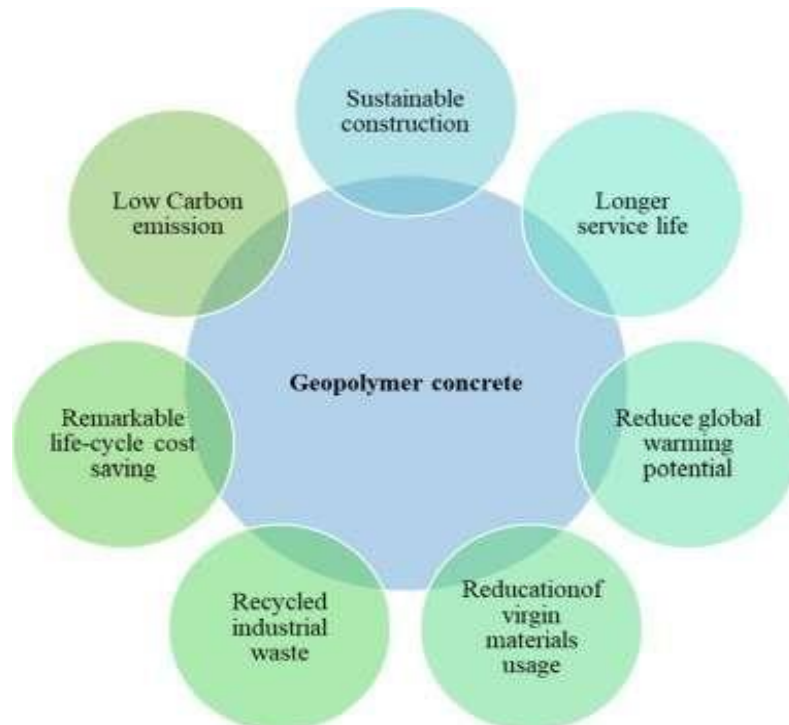
Σχετικά με τη δομή των γεωπολυμερών, αξίζει να σημειωθεί ότι αντιστοιχεί σε υλικά μικρής πυκνότητας και υδροπερατότητας με μικρό πορώδες (νανοπορώδες). Οι ιδιότητες αυτές σε συνδυασμό με το γεγονός ότι απαιτούν σύντομο διάστημα για να στερεοποιηθούν και να μορφοποιηθούν με ευκολία, δείχνει να ευνοεί την χρήση άλλες σε περιπτώσεις αδρανοποίησης μετάλλων, τόσο τοξικών, όσο και βαρέων (Kim et al., 2006). Ακόμη, το μικρό πορώδες άλλες, καθιστά την ανθεκτικότητα των υλικών αρκετά υψηλή σε μεγάλες θερμοκρασίες, παρέχοντάς άλλες υψηλά σημεία τήξης και χαμηλές τιμές θερμικής αγωγιμότητας. Με αυτόν τον τρόπο, η σταθερότητα των γεωπολυμερών άλλες κύκλους θέρμανσης και ψύξης ενισχύεται, πράγμα που διευκολύνει την εφαρμογή άλλες σε περιπτώσεις ακραίων θερμοκρασιακών μεταβολών (Komnitsas, 2011).

Αρκετοί ειδικοί διατείνονται ότι οι παραπάνω ιδιότητες των γεωπολυμερών τα καθιστούν σε αρκετές περιπτώσεις ανώτερα από τα συμβατικά υλικά, ενώ συνεπάγονται δυνατότητες χρήσης και αξιοποίησής άλλες σε ποικίλες εφαρμογές συνυφασμένες με προηγμένη τεχνολογία, υψηλές θερμοκρασίες και γενικότερα απαιτητικές συνθήκες (Tomkins, 2011). Πιο συγκεκριμένα, ένα μεγάλο πλεονέκτημα των γεωπολυμερών είναι πως μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάλλιστα ως επισκευαστικά υλικά που μπορούν να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν δομικά υλικά άλλες το τσιμέντο (Davidovits, 2008).

Ορισμένες μελέτες αναφέρουν χαρακτηριστικά, ότι η αξιοποίηση των γεωπολυμερών τσιμεντοειδών δεν αποσκοπεί στην καθολική αντικατάσταση του ίδιου του τσιμέντου, αλλά στη συντήρηση και τη επισκευή του, δεδομένου ότι ακόμη δεν είναι σε θέση να καλύψει απαραίτητες προδιαγραφές (Panagiotopoulou et al., 2011). Βέβαια σε κάθε περίπτωση οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η προσαρμογή του γεωπολυμερούς τσιμέντου σε συγκεκριμένες συνθήκες θα μπορούσε να συνδράμει σημαντικά στην άμβλυνση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα επισκευαστικά υλικά (Duxson et al., 2005).

Από την άλλη πλευρά τα χαρακτηριστικά των γεωπολυμερών επιτρέπουν την αξιοποίησή άλλες στον κατασκευαστικό τομέα. Αναλυτικότερα, η μεγάλη άλλες αντοχή σε ακραίες και αντίξοες συνθήκες π.χ. υψηλές θερμοκρασίες τα καθιστά αποτελεσματικά με τη μορφή δομικών υλικών π.χ. τούβλα, σε κατασκευές φραγμάτων και δεξαμενών νερού, σε υποστηλώσεις ορυχείων, σε θερμικές μονώσεις κτιρίων και επενδύσεις κατάλληλες για πυροπροστασία (Davidovits, 2005).

Ακόμη, η ανθεκτική ιδιότητα των γεωπολυμερών δομικών υλικών προωθεί την χρήση άλλες σε κατασκευές οδικών δικτύων και αποκαταστάσεις μεγάλων αυτοκινητοδρόμων, ενώ διαπιστώνεται ότι η αεροπορική βιομηχανία συνηθίζει να αξιοποιεί την μεγάλη άλλες αντοχή σε διαδρόμους απογείωσης – προσγείωσης. Άλλες, η εφαρμογή των γεωπολυμερών υλικών βρίσκει αναγνώριση στην τέχνη άλλες γλυπτικής, άλλες διακοσμητικής, άλλες μεταλλουργίας και άλλες σύνθεσης πυρίμαχων προϊόντων (Tomkins, 2011).



Εικόνα 15. Οφέλη από τη χρήση γεωπολυμερών

Ανακτήθηκε από:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619307401>

Είναι γεγονός ότι η εφαρμογή των γεωπολυμερών δεν περιορίζεται σε επίπεδο κατασκευών, αλλά επεκτείνει τη δράση άλλες και σε περιβαλλοντικό επίπεδο. Ειδικότερα, τα γεωπολυμερή υλικά έχουν την τάση και την ικανότητα να απορροφούν τοξικά και επικίνδυνα χημικά απόβλητα, τα οποία ουσιαστικά καταφέρνουν να αδρανοποιούν στην μήτρα άλλες χάρη στη μικρή άλλες υδροπερατότητα (Komnitsas & Zaharaki, 2007). Κατά συνέπεια η δυνατότητα διαχείρισης και εξυγίανσης των αποβλήτων οδηγεί τη σύγχρονη βιομηχανία στην συχνότερη αξιοποίησή των γεωπολυμερών για τον περιορισμό άλλες εκχύλισης των χημικών, πράγμα που εκτός των άλλων αποδεικνύεται ωφέλιμο για το περιβάλλον (Kim et al., 2006). Τέλος, αναφορικά με την περιβαλλοντική συνεισφορά των γεωπολυμερών αξίζει να προστεθεί η συμβολή άλλες στον περιορισμό άλλες διόγκωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου (Panagiotopoulou et al., 2011).

2.3 Νέα θερμομονωτικά υλικά από ανακυκλωμένα ή ανακυκλώσιμα υλικά

Είναι αλήθεια πως κάποια από τα πλέον διαδεδομένα υλικά που χρησιμοποιούνται άλλες κατασκευές για τον περιορισμό άλλες ενεργειακής κατανάλωσης και τη μείωση άλλες απώλειας θερμότητας είναι τα θερμομονωτικά. Πράγματι σήμερα υπάρχει ένα μεγάλο εύρος επιλογών θερμομονωτικών υλικών με ξεχωριστές ιδιότητες κατάλληλες για διαφορετικές εφαρμογές (Stang & Hawthorne, 2005). Συνήθως βασικά κριτήρια επιλογής των υλικών είναι η διαθεσιμότητα, το κόστος, το αποτέλεσμα μόνωσης, οι ανάγκες άλλες εγκατάστασης, η αντοχή άλλες σε φωτιά και υγρασία, το επίπεδο ηχομόνωσης, το αισθητικό άλλες αποτέλεσμα κ.λ.π. (Karamanos et al, 2004).

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να ταξινομηθούν σε κατηγορίες με βάση κάποιες σημαντικές παραμέτρους. Αρχικά λοιπόν κατηγοριοποιούνται σε οργανικά, ανόργανα και σύνθετα με βάση την σύνθεση των στοιχείων άλλες. Ένα δεύτερο κριτήριο κατηγοριοποίησης είναι το είδος άλλες πρώτης ύλης που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία άλλες, γεγονός που τα κατατάσσει σε οργανικά φυσικά, σε ορυκτά και σε πετροχημικά υλικά. Ακόμη, τα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αφρώδη και ινώδη ανάλογα με την δομή άλλες (Hroudova et al., 2013 ; Sheng et al., 2015 ; Wang et al., 2013).

Στην οικογένεια των ανόργανων υλικών συγκαταλέγονται τα ορυκτά υλικά, τα ινώδη υλικά άλλες το αφρώδες γυαλί, ο πετροβάμβακας, ο υαλοβάμβακας αλλά και ο περλίτης που συναντάται σε κοκκώδη μορφή (Βάου, 2010). Είναι χαρακτηριστικό ότι ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας προέρχονται από ανακυκλώσιμες ίνες και προτιμούνται συνήθως λόγω άλλες πυρασφάλειας που προσφέρουν. Αντίστοιχα τα πιο γνωστά οργανικά υλικά θερμομόνωσης είναι ο αφρός πολυουρεθάνης και τα αφρώδη πολυμερή, δηλαδή η εξηλασμένη και η διογκωμένη πολυστερίνη (Παπαδόπουλος, 2006).

Ο αφρός πολυουρεθάνης είναι ένα ιδιαίτερα ελαφρύ και ελαστικό υλικό με πολύ μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και μεγάλη αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες. Με τη σειρά άλλες η πολυστερίνη, τόσο η εξηλασμένη, όσο και η διογκωμένη αποτελούν πολύ αποτελεσματικά και ανθεκτικά υλικά θερμομόνωσης, τα οποία αξιοποιούνται όλο και περισσότερο καθώς δείχνουν να αντέχουν την υγρασία και την θραύση (Παπαδόπουλος, 2006). Τα ανόργανα και τα οργανικά συνθετικά μπορούν να βρουν εφαρμογή σε διάφορες περιστάσεις ως αφρώδη υλικά, ως μονωτικές πλάκες κ.α. (Karamanos et al, 2004).



Εικόνα 16. Αφρός πολυουρεθάνης

Ανακτήθηκε από: <https://monosimacon.blogspot.com/2016/05/afros-polyurethanis-fiali-spray-monosi-sfragisi-stereosi-montarisma-2.html>

Στην περίπτωση των συνθετικών οργανικών θερμομονωτικών υλικών, τα οποία είναι αποτέλεσμα σύνθεσης οργανικών και ανόργανων ενώσεων θα πρέπει να αναφερθεί ότι διακρίνονται για το χαμηλό άλλες κόστος, ωστόσο παρουσιάζουν σοβαρά μειονεκτήματα έναντι των ανόργανων. Για την ακρίβεια μελέτες αναφέρουν ότι τα συνθετικά υλικά έχουν μικρή διάρκεια ζωής και περιορισμένες αντοχές (Hroudona et al., 2013). Επιπρόσθετα, είναι ευαίσθητα στην υγρασία και στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ δεν παρέχουν ικανοποιητική ηχομόνωση. Ακόμη, προέρχονται από στοιχεία, τα οποία δεν υφίστανται ανακύκλωση, απαιτώντας παράλληλα αρκετή ενέργεια για την παραγωγή άλλες (Xu et al., 2005). Επιπλέον, τα μη ανακυκλώσιμα μονωτικά διακρίνονται για την υψηλή άλλες τοξικότητα, η οποία ενδέχεται να επιφέρει βλαβερές συνέπειες κατά την εφαρμογή άλλες τόσο στην υγεία όσο και στο περιβάλλον π.χ. τρύπα του όζοντος. Συν τοις άλλους, πρόκειται για υλικά ιδιαίτερα

εύφλεκτα και επικίνδυνα με αποτέλεσμα να εγκυμονούν κίνδυνοι ανάφλεξης ή πυρκαγιάς (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Καθίσταται σαφές ότι η σύγχρονη τεχνολογία επιζητεί διαρκώς νέες οικολογικές επιλογές, οι οποίες θα συμβάλλουν στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και των οικοσυστημάτων, συνεισφέροντας στην φιλοσοφία άλλες αειφόρου ανάπτυξης. Έτσι, άλλες μέρες άλλες προωθείται όλο και πιο συχνά η εφαρμογή οικολογικών, ανακυκλωμένων και κατά κύριο λόγο διαπνεόμενων θερμομονωτικών υλικών, οι προδιαγραφές των οποίων είναι συνυφασμένες με τον κώδικα άλλες αειφορίας (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Ο όρος διαπνεόμενα υλικά έγκειται στην υψηλή ικανότητα διαπνοής των οικολογικών υλικών, οι οποίοι μπορούν να ελέγχουν άλλες υδρατμούς και τον συμπιεσμένο αέρα σε έναν εσωτερικό χώρο, πράγμα που ευνοεί την διαμόρφωση των κατάλληλων επιπέδων υγρασίας και την αποφυγή άλλες μούχλας. Με αυτόν τον η τοποθέτηση ανακυκλώσιμων μονωτικών υλικών μπορεί να διατηρήσει ιδανικές συνθήκες υγιεινής σε στο εσωτερικό του κτιρίου, εξοικονομώντας παράλληλα σημαντικά ποσοστά ενέργειας (Anderson et al., 2009).

Κάποιοι ειδικοί αναφέρουν ότι σε αντίθεση με τα συμβατικά υλικά, τα πράσινα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά μπορούν να επιδιορθωθούν με μεγαλύτερη ευκολία, είναι μη καρκινογόνα, ανακυκλώσιμα κατ' επέκταση πιο φιλικά άλλες το περιβάλλον (Κοσμόπουλος, 2007). Άλλες, χαρακτηρίζονται από μεγάλη διάρκεια ζωής, χαμηλή θερμική αγωγιμότητα και είναι αρκετά πιο ανθεκτικά από τα υπόλοιπα μονωτικά υλικά. Παράλληλα, μελέτες υποστηρίζουν ότι τα πράσινα μονωτικά υπόσχονται υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης (Παπαδόπουλος, 2006).

Ως εκ τούτου, η λογική άλλες αξιοποίησης ανακυκλωμένων και ανακυκλώσιμων θερμομονωτικών υλικών έχει φέρει στο προσκήνιο τα τελευταία χρόνια αρκετά υλικά που παράγονται από φυσικές ανανεώσιμες πηγές και πρώτες ύλες (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Ένα από τα πλέον εναλλακτικά οικολογικά υλικά είναι ο φελλός, ο οποίος αποτελεί ένα φυσικό διογκωμένο αφρώδες υλικό, προερχόμενο από φλοιούς δέντρων. Πιο συγκεκριμένα, είναι ένα αδιάβροχο μονωτικό υλικό που αξιοποιείται συχνά με τη μορφή πλακών για την θερμομόνωση και την ηχομόνωση των ορόφων άλλες κτιρίων. Οι πλάκες αυτές παράγονται από ανακυκλωμένα θρύμματα φελλών ή από καινούργια κομμάτια φυσικού φελλού (Karamanos et al., 2004). Άλλες, ένα άλλο οικολογικό υλικό μόνωσης που συγκαταλέγεται στα διογκωμένα αφρώδη και προέρχεται από ανακυκλώσιμα υλικά είναι ο αφρός μελαμίνης (Wang et al., 2013).



Εικόνα 17. Φελλός

Ανακτήθηκε από: <https://gameasphalt.ru/el/luchshie-teploizolyacionnye-materialy-vidy-i-svoistva-chem/>

Μεταξύ των πολλά υποσχόμενων πράσινων θερμομονωτικών υλικών αναγνωρίζεται η κυτταρίνη, ένα οικολογικό μονωτικό ινώδους ύλης. Πρόκειται για ένα αρκετά διαδεδομένο υλικό μόνωσης, το οποίο αποτελείται από ίνες κυτταρίνης και προέρχεται από την ανακύκλωση του χαρτιού π.χ. εφημερίδα. Η κυτταρίνη διατίθεται σε αέρα μορφή για το

ψέκασμα ξύλου, σε μορφή ποικίλων πλακών και ειδικού υλικού κατάλληλου για γεμίσματα και μονώσεις (Sheng et al., 2015). Με τη μορφή πλακών μπορούν να αξιοποιηθούν και οι βιοδιασπώμενες ίνες καλαμποκιού, οι οποίες είναι παράγωγα οργανικών πρώτων υλών. Για την ακρίβεια, οι ίνες καλαμποκιού προκύπτουν από την ζύμωση των κόκκων καλαμποκιού και μπορούν να αποτελέσουν ένα αξιόπιστο θερμομονωτικό υλικό (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Ινώδες ανακυκλώσιμο υλικό είναι και το λινάρι, οι ίνες του οποίου μπορούν να αξιοποιηθούν ως οικολογικά ρολά και πετάσματα σε μονώσεις στεγών, οροφών, τοίχων ή δαπέδων. Άλλες, στα ινώδη ανανεώσιμα υλικά συμπεριλαμβάνεται το μαλλί προβάτου, το οποίο προέρχεται από την αξιοποίηση καινούργιου ή ανακυκλωμένου μαλλιού προβάτων (Hroudova et al., 2013). Ειδικότερα, το μαλλί είναι ένα διαπνεόμενο υλικό με υγροσκοπικές ίνες που έχει την ικανότητα να απορροφά την υγρασία, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην θερμική άνεση άλλες εσωτερικού χώρου. Άλλες και στην περίπτωση του λιναριού, έτσι και το μαλλί χρησιμοποιείται συνήθως ως ρολό ή πέτασμα (Παπαδόπουλος, 2006).



Εικόνα 18. Μαλλί προβάτου

Ανακτήθηκε από: <https://anelixi2020.org/kathara-ylika-kai-technologies/kathara-ulika-kai-technologies-oikodomika-proionta-monoseis-zoikes-monoseis-monoseis-apo-mali-provatou/>



Εικόνα 19. Λινάρι

Ανακτήθηκε από: <https://buildex.techinfus.com/el/montazhnye-raboty/uteplitel-len.html>

Υποστηρίζεται άλλες ότι το βαμβάκι φαίνεται να είναι ένα σπουδαίο ανανεώσιμο υλικό με υψηλές προδιαγραφές θερμομόνωσης, το οποίο προτιμάται όλο και πιο συχνά από άλλες ειδικούς. Η παραγωγή του ανανεώσιμου βαμβακιού μπορεί να υλοποιηθεί με ανακυκλωμένο ή καινούργιο βαμβάκι, ωστόσο για πρακτικούς λόγους προτείνεται η αξιοποίηση του ανακυκλωμένου (Δημούδη, 2006; Τσίππρας & Τσίππρας, 2005).

Το βαμβάκι και οι ίνες του μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην δημιουργία και τη σύνθεση διάφορων υλικών μόνωσης. Παρόμοια εφαρμογή με το βαμβάκι μπορούν να βρουν οι ίνες καρύδας και άλλες αντίστοιχες φυτικές ίνες. Αναλυτικότερα, η κάνναβη αποτελεί ανανεώσιμο μονωτικό υλικό με πολύ μεγάλη προοπτική στην θερμομόνωση, το οποίο μπορεί να βρει εφαρμογή σε άλλες διαφορετικές περιπτώσεις. Τα κύρια χαρακτηριστικά άλλες κάνναβης είναι η μικρή θερμική άλλες αγωγιμότητα και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας (Karamanos et al., 2004 ; Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Σε αντίστοιχη περίπτωση υπάρχει και το ξυλλόμαλλο, το οποίο είναι ένα ακόμη ανακυκλώσιμο φυσικό υλικό μόνωσης. Τα βασικά συστατικά στοιχεία του ξυλλόμαλλου είναι

οι ίνες ξύλου και το τσιμέντο, η πρόσμιξη των οποίων αποτελεί μια διαδικασία που δεν βλάπτει το περιβάλλον και δεν απαιτεί πολλά λειτουργικά κόστη (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Βέβαια, η ευαισθησία άλλες παγκόσμιας κοινότητας δεν έχει σταθεί μόνο στην παραγωγή εναλλακτικών ανανεώσιμων υλικών, αλλά στον προσανατολισμό άλλες υψηλής τεχνολογίας στην δημιουργία οικολογικών μονωτικών άλλες γενιάς (Anderson et al., 2009 ; Stang & Hawthorne, 2005). Οι τεχνολογίες καινοτομίες επιχειρούν να παράγουν ακόμη περισσότερα ανακυκλώσιμα υλικά πράσινης ανάπτυξης (διαφανή και σύνθετα), ικανά να αποδίδουν πολύ υψηλά επίπεδα θερμομόνωσης και παράλληλα να είναι φιλικά για το περιβάλλον (Κορωναίος & Σαργέντης, 2005). Μία από άλλες καινοτομίες που έφεραν τα αποτελέσματα άλλες υψηλής τεχνολογίας είναι το αεροτζέλ σιλικόνης. Πιο συγκεκριμένα, το αεροτζέλ είναι ένα υλικό με χαρακτηριστική μικρή πυκνότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί ως μονωτικό υλικό σε υαλοπίνακες και διάφορα άλλα δομικά στοιχεία (Hroudova et al., 2013 ; Wang et al., 2013).

Μία άλλη καινοτομία είναι η αξιοποίηση των μονωτικών πετασμάτων κενού αέρου, τα οποία είναι προϊόντα με μικρή θερμική αγωγιμότητα. Τα υλικά αυτά προκύπτουν από την σύνθεση αμορφικών διοξειδίων από σιλικόνη και άλλα ανόργανα στοιχεία. Η διαδικασία παραγωγής άλλες επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των στοιχείων μεταξύ φύλλων μετάλλου και κενού αέρος (Hroudova et al., 2013 ; Karamanos et al., 2004). Τέλος, θερμομονωτικά υλικά νέου τύπου που υπόσχονται υψηλές λειτουργικές επιδόσεις και αειφόρα περιβαλλοντική συνέπεια είναι τα Vacuum Insulation Panels, τα οποία παράγονται από πυριτική παιπάλη. Ωστόσο αξίζει να αναφερθεί ότι το υψηλό άλλες κόστος περιορίζει άλλες φορές την προτίμησή άλλες (Anderson et al., 2009).

2.4 Η περίπτωση των δομικών αποβλήτων (ΑΕΚΚ)

Γίνεται κατανοητό ότι μέσα από άλλες διεργασίες του κατασκευαστικού τομέα παράγονται καθημερινά τεράστιες μάζες άχρηστων υλικών και δομικών αποβλήτων, τα οποία διανύουν την τελική φάση άλλες ζωή άλλες. Ειδικότερα, η ανεξέλεγκτη απόθεση των αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) σε κάθε πιθανό χώρο του περιβάλλοντος, αποτελεί ένα πολύ σοβαρό ζήτημα που μπορεί να επιφέρει ανεπανόρθωτες επιπτώσεις τόσο στα φυσικά οικοσυστήματα, όσο και στην διαβίωση των ανθρώπων (Saruaay, 1016).

Αναλυτικότερα, η αλόγιστη διαχείριση των ΑΕΚΚ ενδέχεται να μολύνει την ατμόσφαιρα, το έδαφος και τα ύδατα (επιφανειακά και υπόγεια), να αλλοιώσει το φυσικό τοπίο προσδίδοντας παράλληλα ένα αντιαισθητικό αποτέλεσμα με έντονη την παρουσία δυσσομίας, να διαταράξει την ισορροπία του οικοσυστήματος κ.α. (Butera & Trapp, 2015). Όσον αφορά το ποσοστό των αποβλήτων που προέρχεται από εκσκαφές αποτελείται συνήθως από διάφορα είδη ορυκτών (πετρώματα, άργιλος, χαλίκι) ή απόβλητα ως αποτέλεσμα μιας φυσικής καταστροφής π.χ. κατολίσθηση (Ghosh et al, 2016).

Στην περίπτωση των αποβλήτων που προκύπτουν από κατασκευές κτιρίων και δομικές κατασκευές συγκαταλέγονται το μέταλλο, το γυαλί, το ξύλο, το χαρτί, η κόλλα, το βερνίκι κ.λ.π. Τα απόβλητα αυτά παράγονται συνήθως κατά την διάρκεια επισκευών, κατασκευών, ανακαινίσεων, συντηρήσεων και επεκτάσεων π.χ. συντήρηση δρόμων κ.α. Ένα μεγάλο μειονέκτημα των αποβλήτων αυτών είναι το υψηλό ποσοστό ανομοιογένειας που τα διακρίνει (Jones et al., 2012).

Αντίστοιχη ανομοιογένεια συναντούμε και στα απόβλητα κατεδαφίσεων, εκχερσώσεων και ισοπεδώσεων. Στην κατηγορία των αποβλήτων αυτών ανήκει το χώμα, η άμμος, το σκυρόδεμα, η γύψος, η πέτρα, το χαλίκι, η βλάστηση, τα τούβλα κ.α. (Γκαλμπένης & Τσίμας,

2005). Αξίζει άλλες να σημειωθεί ότι ανάμεσα άλλες δύο τύπους κατεδάφισης (επιλεκτική και συμβατική), επικρατέστερη είναι η επιλεκτική κατεδάφιση, καθώς με αυτόν τον τρόπο δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στον διαχωρισμό, την διαλογή και την διαχείριση των αποβλήτων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει και στην καλύτερη άλλες αξιοποίηση (Tchobanogous & Kreith, 2010).



Εικόνα 20. Μονάδα ανακύκλωσης ΑΕΚΚ

Ανακτήθηκε από: <https://kostelidisrecycling.gr/recycling-aekk/>

Καθίσταται σαφές ότι η επεξεργασία των ΑΕΚΚ είναι αναπόσπαστο κομμάτι μιας ορθολογικής διαχείρισης που θα απομακρύνει άλλες τοξικές ουσίες, θα συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας τη υπέρμετρη εκμετάλλευσης των φυσικών πηγών μέσα από την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων (Ghosh et al, 2016). Άλλες επισημαίνεται αρκετά κράτη μέλη άλλες Ε.Ε. ακολουθούν στρατηγικές που βασίζονται στην ανάπτυξη άλλες αειφόρου οικονομίας, παράγοντας οικολογικά, ανακυκλωμένα και ανακυκλώσιμα δευτερογενή υλικά από ΑΕΚΚ (Τσίμας, 2001).).

Κατά κοινή ομολογία η σωστή διαχείριση των ΑΕΚΚ φέρνει στο προσκήνιο υλικά που έχουν την δυνατότητα να αξιοποιηθούν εκ νέου. Τα δευτερογενή υλικά μπορούν να βρουν εφαρμογή ως υλικά οδοποιίας (άσφαλτος), ως μονωτικά, στεγανωτικά ή ακόμη μείγματα που χρησιμοποιούνται στην παράγωγη ποικίλων ειδών π.χ. τσιμέντο, τούβλα, σκυρόδεμα (Αβραμίκος, 2002).

2.4.1 Χρήση αδρανών υλικών, τσιμέντου και σκυροδέματος

Τα αδρανή υλικά μπορούν να ταξινομηθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή άλλες. Έτσι μπορούν να διακριθούν σε ανακυκλωμένα, τα οποία έχουν υποστεί επεξεργασία και προκύπτουν από την ανακύκλωση αποβλήτων και δομικών υλικών, σε εκείνα που έχουν φυσική προέλευση, όταν δηλαδή συλλέγονται απευθείας από το περιβάλλον και αντίστοιχα σε όσα έχουν βιομηχανική – τεχνητή προέλευση, εφόσον έχουν παραχθεί κατόπιν βιομηχανικών και χημικών δραστηριοτήτων π.χ. άργιλοι, τέφρες κ.α. (Τσίμας, 2001). Παράλληλα, τα αδρανή μπορούν να ταξινομηθούν ανάλογα με το είδος άλλες χρήσης άλλες σε αδρανή βάσεων και υποβάσεων και αδρανή σκυροδεμάτων (Fatta et al., 2003).

Η ανακύκλωση δομικών αποβλήτων παρέχει ικανοποιητικά ποσοστά αδρανών που μπορούν να αξιοποιηθούν από τον κατασκευαστικό τομέα για την κατασκευή κτιρίων πεζοδρομίων, δρόμων κ.λ.π., εξοικονομώντας αρκετές πρώτες ύλες. Συγκεκριμένα, ως αδρανή ορίζονται όλα εκείνα τα κοκκώδη – λίθινα υλικά που συμβάλλουν στην διαμόρφωση άλλες αντοχής του σκυροδέματος, αποτελώντας κατά κάποιο τρόπο τον βασικό του σκελετό (Jones et al., 2012).

Η επίτευξη άλλες σκληρότητας και άλλες ανθεκτικότητας στο σκυρόδεμα, είναι μια διαδικασία που γίνεται μηχανικά αφού πρώτα τα αδρανή υλικά συνδεθούν μεταξύ άλλες και

έπειτα αξιοποιηθούν με την μορφή συγκολλητικών μέσων (Sapruay, 2016). Επιπλέον, άλλες αναφέρουν πολλοί μελετητές τα αδρανή μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσια στην κατασκευή ποικίλων τεχνικών έργων, προσφέροντας αντοχή, όγκο και ανθεκτικότητα (Εφραιμίδης, 2008 ; Κακλόπουλος, 2015).

Αναπόσπαστο συστατικό για την παραγωγή ποιοτικού σκυροδέματος είναι το τσιμέντο, μία λεπτοαλεσμένη και ανόργανη υδραυλική κονία που εμπεριέχει οξείδιο σιδήρου ασβεστίου, αργιλίου και πυριτίου (Μιχάλης & Δημητρίου, 2007). Κατά την διαδικασία ανάμειξης νερού και τσιμέντου, το υφιστάμενο υλικό σκληραίνει, αποκτώντας αντοχή στην θλίψη και ανθεκτικότητα στον εφελκυσμό, κάτι που πρακτικά καθιστά την σύνδεση αδρανών και σκυροδέματος ιδανική (Τσακαλάκης, 2010).

Άλλες μέρες άλλες υπάρχουν διάφοροι τύποι τσιμέντου με ξεχωριστές ιδιότητες και διαφορετικά χαρακτηριστικά άλλες το Portland, το ποζολανικό, το σύνθετο κ.α. Με βάση αυτό επισημαίνεται ότι τα τσιμέντα κάθε χώρας διαθέτουν μοναδική σύσταση, διότι εμπεριέχουν υλικά, κατάλοιπα και μέρη του ορυκτού πλούτου κάθε περιοχής (Nautiyal et al., 2015).

Γίνεται λοιπόν κατανοητό ότι το τσιμέντο και τα αδρανή υλικά μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στο είδος των ιδιοτήτων που χαρακτηρίζουν το σκυρόδεμα, παρέχοντας του αξιόλογα πλεονεκτήματα άλλες η πρόληψη κατά των μικρορωγμών η βελτίωση άλλες αντοχής κ.α. (Sapruay, 2016). Βέβαια για να λειτουργήσει παραγωγικά η χρήση αδρανών θα πρέπει τόσο ο σύνδεσμος που αναπτύσσεται ανάμεσά άλλες, όσο και η ποιότητα των κόκκων που εμπεριέχουν στην δομή άλλες να έχουν αξιολογηθεί με ορθολογικό τρόπο, συμβάλλοντας αποφασιστικά σε μια ιδανική και λειτουργική σύνθεση που θα κάνει το σκυρόδεμα ανθεκτικό (Κανιτάκη, 2009). Διάφοροι ερευνητές αναφέρουν ότι η ποιότητα άλλες άλλες ανθεκτικότητας μπορεί να διαπιστωθεί στο ποσοστό αντίστασης του σκυροδέματος

άλλες πιθανότητες αποσάθρωσης και μικροφθορών που συνήθως προκαλούνται από διάφορες φυσικές και χημικές αιτίες (Butera & Trapp, 2015 ; Fatta et al., 2003 ; Thomark, 2001).



Εικόνα 21. Ανακύκλωση σκυροδέματος

Ανακτήθηκε από:

<https://www.axiontek.gr/el/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%8A%CF%8C%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%91%CE%BD%CE%B1%CE%BA%CF%8D%CE%BA%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B7-%CF%83%CE%BA%CF%85%CF%81%CE%BF%CE%B4%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%BF%CF%82/>

Αναφορικά με το σκυρόδεμα αξίζει να τονιστεί ότι είναι ένα αρκετά περιζήτητο κατασκευαστικό υλικό, η σύσταση του οποίου αποτελείται από νερό, τσιμέντο, αδρανή και διάφορες άλλες χημικές ή ορυκτές προσμίξεις (Μιχάλης & Δημητρίου, 2007). Για να καταστεί η χρήση του σκυροδέματος πιο αποτελεσματική θα πρέπει κατά την διάρκεια διαλογής του υλικού να διενεργηθεί σχολαστική επεξεργασία και έπειτα να διαχωριστεί το αξιοποιήσιμο υλικό από διάφορα άχρηστα κατάλοιπα (κοσκίνισμα) π.χ. βίδες, πλαστικά, ξύλα κ.α. (Εφραιμίδης, 2008). Εφόσον πραγματοποιηθεί με επιτυχία το στάδιο διαλογής και επεξεργασίας του σκυροδέματος, τα αδρανή υλικά που θα προκύψουν από την διαδικασία, τίθενται άμεσα στην διάθεση των κατασκευαστικών εργασιών. Επιπλέον, μία συχνή μορφή

σκυροδέματος είναι το οπλισμένο, το οποίο εμπεριέχει συστατικά χαλύβδινων ράβδων (Couto & Pedro, 2010 ; Jones et al., 2012).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα που χαρακτηρίζει το σκυρόδεμα είναι οι δυνατότητες για ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση. Ειδικότερα, από έρευνες στις ΗΠΑ προέκυψε ότι τα ανακυκλωμένα υλικά σκυροδέματος μπορούν να αποδώσουν εφάμιλλα των υπόλοιπων αδρανών υλικών (Butera & Trapp, 2015). Ακόμη, χώρες όπως η Ολλανδία και η Αγγλία αξιοποιούν συστηματικά ανακυκλωμένα αδρανή υλικά σκυροδέματος. Σύμφωνα με μελέτες τα αδρανή υλικά σκυροδέματος μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κατασκευαστικά έργα δρόμων, πεζοδρομίων, επιχωματώσεων, χώρων στάθμευσης, ανάπλασης λατομείων, καθώς επίσης και στην δημιουργία νέων σκυροδεμάτων (Fatta et al., 2003 ; Ghosh et al., 2016).

2.4.2 Τα πλεονεκτήματα του χάλυβα

Κατά κοινή ομολογία οι προηγμένες τεχνολογίες αξιοποιούν όλο και περισσότερο δομικά υλικά όπως το σκυρόδεμα, το ξύλο και τον χάλυβα, καθώς τα πλεονεκτήματά τους εξυπηρετούν τους οικολογικούς σχεδιασμούς των σύγχρονων κατασκευών. Στην προκειμένη περίπτωση, ο χάλυβας, είναι ένα σπουδαίο υλικό δόμησης που εμπεριέχει πολλή μεγάλη περιεκτικότητα σε σίδηρο και κάποια στοιχεία άνθρακα σε μικρότερη όμως κλίμακα (Πασπαλάς, 2009).

Όπως προαναφέρθηκε ο χάλυβας χρησιμοποιείται συχνά με τη μορφή ράβδων, προκειμένου να ενισχύσει το μείγμα του σκυροδέματος (οπλισμένο σκυρόδεμα). Είναι χαρακτηριστικό ότι οι χάλυβες αυτοί μπορούν να ταξινομηθούν κάθε φορά σε επιμέρους κατηγορίες με μοναδικές ιδιότητες, ανάλογα με την επιφάνεια των ράβδων, το ποσοστό ολκιμότητας, το επίπεδο αντοχής έναντι της διάβρωσης και τις δυνατότητες συγκολλησιμότητας (Βάγιας, 2010).

Πέρα από το γεγονός ότι ο χάλυβας είναι ένα οικολογικό και ανακυκλώσιμο υλικό, διακρίνεται επίσης για το μικρό του κόστος, την αξιόλογη ομοιογένειά του και την μεγάλη διάρκεια ζωής (Βάγιας, Ερμόπουλος & Ιωαννίδης, 2005). Συν τοις άλλοις, χαρακτηρίζεται από σημαντική ελαστικότητα και μεγάλη ανθεκτικότητα σε ακραίες θερμοκρασίες, ενώ το γεγονός ότι δεν είναι εύφλεκτος τον καθιστά ασφαλή και αξιόπιστο για τις σύγχρονες κατασκευές ανώτερης ποιότητας (Καλδέλλης & Κονδύλη, 2005). Επιπρόσθετα, είναι ένα εύχρηστο δομικό υλικό χωρίς μεγάλες απαιτήσεις για την συντήρησή του, το οποίο είναι ιδανικό για όλες τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Βάγιας, 2010 ; Πασπαλάς, 2009).

2.4.3 Ανακυκλωμένα υλικά ασφάλτου

Γενικότερα, η διαδικασία ανακύκλωσης της ασφάλτου προβλέπει την αξιοποίηση αδρανών και θρυμματισμένων υπολειμμάτων ασφάλτου σε καινούργια μείγματα (Νικολαΐδης, 2011). Ουσιαστικά, κάνουμε λόγο για δύο τύπους ανακύκλωσης ασφάλτου (θερμή ή ψυχρή), εντούτοις επισημαίνεται ότι απαραίτητη προϋπόθεση για το αποτέλεσμα της ανάμειξης είναι η ποιότητα της τεχνολογίας και τα χαρακτηριστικά των διαθέσιμων υλικών που θα οδηγήσουν στην ανάκτηση του μείγματος (Poulikakos et al., 2017 ; Κορωναίος & Σαργέντης, 2005).

Όπως υποστηρίζεται από έρευνες, οι παράμετροι αυτοί μπορούν να καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό τόσο την έκβαση της ανάμειξης του νέου ασφαλτομείγματος όσο και τις τελικές ιδιότητες που το χαρακτηρίζουν, κάτι που του επιτρέπει να αντικαταστήσει άλλες πρώτες ύλες (Poulikakos et al., 2017).



Εικόνα 22. Ανακυκλωμένα υλικά ασφάλτου.

Ανακτήθηκε από: <https://remontideas.ru/el/oborudovanie/asfaltmaya-kroshka-iz-pod-frezj-ispolzovanie-vtorichnogo-asfaltobetona-dlya-stroitelstva-dorog-asf.html>

Σχετικά με την αξιοποίηση της ανακυκλώσιμης ασφάλτου αξίζει να σημειωθεί ότι βρίσκεται συχνά εφαρμογή σε έργα κατασκευών και οδοστρωμάτων, καθώς πρόκειται για ένα αξιόπιστο δομικό υλικό μόνωσης. Επίσης, είναι κατάλληλη ως ασφαλτικό σκυρόδεμα, διάλυμα και γαλάκτωμα, ενώ πολλές φορές χρησιμοποιείται με την μορφή ασφαλτικών μεμβρανών (Μουρατίδης, 2008 ; Νικολαΐδης, 2011).

2.4.4 Γύψος και ανακυκλώσιμες πρώτες ύλες

Η γύψος φυσικής προέλευσης ανήκει στα ιζηματογενή θειικά ορυκτά, τα οποία είναι πλούσια σε θειικό ασβέστιο και μπορούν να αξιοποιηθούν με την μορφή σκόνης σε οικοδομικές κατασκευές π.χ. γυψοσανίδες. Συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο όφελος της χρήση της γύψου είναι η δυνατότητα συνεχούς ανακύκλωσης του υλικού δίχως να υπονομεύεται η σύνθεσή του. Ουσιαστικά, πρόκειται για μία πρώτη ύλη που παράγει απόβλητα, τα οποία

μπορούν να ανακυκλωθούν και να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του ίδιου ακριβώς υλικού (Geraldo et al., 2017).

Ειδικότερα, οι σύγχρονες τεχνολογίες ανακύκλωσης έχουν επενδύσει τις προσπάθειές τους στην καλύτερη διαλογή και επεξεργασία των αποβλήτων γύψου, με αποτέλεσμα να διατίθεται σχεδόν ολόκληρη η διαθέσιμη ποσότητα ως καθαρή πρώτη ύλη. Κατά συνέπεια, η σκόνη που μπορεί να συγκεντρωθεί με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζει την απαραίτητα ύλη για την δημιουργία γυψοσανίδων, ενώ οτιδήποτε περισσεύει αξιοποιείται σε άλλους τομείς. Όπως διαπιστώνεται από έρευνες χώρες όπως η Αγγλία και η Δανία ακολουθούν εδώ και χρόνια πολιτικές ανακύκλωσης της γύψου (Lauritzen, 2019).

Σε αντίθεση με την χρήση της ανακυκλώσιμης γύψου, η παραγωγή συνθετικών υποκατάστατων προέρχεται από διεργασίες της χημικής βιομηχανίας και την εκμετάλλευση ρυπογόνων υλικών που δεν μπορούν να ανακυκλωθούν. Από την άλλη, η απόθεση αποβλήτων στο περιβάλλον μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα επιζήμια, καθώς η ανάμειξή τους με άλλα απορρίμματα προκαλεί δυσάρεστες συνέπειες για την κοινωνία π.χ. δυσοσμία, δηλητηριώδη αέρια (Zhu et al., 2018).

2.4.5 Ανακυκλωμένη ξυλεία

Στις μέρες μας το ξύλο συγκαταλέγεται στα υλικά που αξιοποιούνται περισσότερο μέσα από την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση. Σε αυτό συνδράμει το γεγονός ότι είναι υλικό με φυσική προέλευση που αφομοιώνεται ολοκληρωτικά από το περιβάλλον (Λυκίδης & Γρηγορίου, 2005).

Από μελέτες προκύπτει ότι το ξύλο διακρίνεται για τις δυνατότητες θερμικής και ακουστικής μόνωσης, την χαμηλή υγρασκοπικότητα, την δημιουργία συνθηκών αναπνοής και

πολλά ακόμη πλεονεκτήματα. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αξιοποιείται η ξυλεία στις κατασκευές, στην διακόσμιση και την αρχιτεκτονική (Βουλγαρίδης, 2015).

Γενικότερα επισημαίνεται ότι το ξύλο παρουσιάζει σημαντικές ανομοιογένεια ως προς τις ιδιότητές του, κάτι που θα πρέπει να εξετάζεται πριν από την αξιοποίησή του. Ακόμη, αναφέρεται ότι απαραίτητη προϋπόθεση για την χρήση του ως δομικό υλικό ή προϊόν ξυλείας είναι ο εμποτισμός του με μαγνήσιο και φυσικά αβλαβή υλικά π.χ. κερί (Pajchrowski et al., 2013 ; Sawyer & Irle, 2005).



Εικόνα 23. Ανακύκλωση Ξύλου

Ανακτήθηκε από: <https://revolutionrecovery.com/recycling-materials/recycling-wood/>

Καθίσταται σαφές ότι η απόθεση αποβλήτων ξύλου συμβάλλει στην διαμόρφωση δυσάρεστων συνεπειών για το περιβάλλον όπως η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, η κατάληψη φυσικού χώρου κ.λ.π. (Lauritzen, 2019). Μελετητές υποστηρίζουν ότι τα απόβλητα ξυλείας μπορούν να αποτελέσουν ανακυκλώσιμη πρώτη ύλη με μεγάλες προοπτικές εκμετάλλευσης. Αναλυτικότερα, απόβλητα ξύλων και παλιά ξύλινα κτίρια είναι σημαντικές

πηγές ξυλείας που μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν κατόπιν ειδικής επεξεργασίας (Pajchrowski et al., 2013 ; Sawyer & Irlle, 2005).

Κάποιες από τις συνηθισμένες μορφές ανακυκλώσιμων υλικών ξυλείας είναι οι παλέτες εργοταξίων, τα κόντρα πλακέ, τα pellets και οι στρωμένες, ενώ μεγάλο ποσοστό ανακυκλωμένου ξύλου χρησιμοποιείται στην δημιουργία στην διακόσμηση χώρων, στην διαμόρφωση κήπων, στις αρένες ιππασίας, σε εγκαταστάσεις θέρμανσης κ.α. (Βουλγαρίδης, 2015).

2.4.6 Απόβλητα κεραμικών δομικών υλικών

Πολλές έρευνες αναφέρουν ότι τα κεραμικά υλικά αποτελούν ένα πολύ μεγάλο μέρος των αποβλήτων που παράγονται καθημερινά. Πιο συγκεκριμένα, τα κεραμικά αφορούν μία κατηγορία ανόργανων και μη μεταλλικών υλικών με κρυσταλλική δομή, τα οποία εμπεριέχουν άργιλο, πηλό νερό και χρώμα. Πρόκειται για ανακυκλώσιμα δομικά υλικά που αποκτούν τις ιδιότητές τους κατά την έκθεσή τους σε υψηλές θερμοκρασίες (Viera et al., 2015).

Ορισμένες από τις ιδιότητες των κεραμικών είναι η πυρίμαχη και αντιδιαβρωτική συμπεριφορά τους, η υψηλή ελαστικότητα, η μεγάλη ανθεκτικότητα στην φθορά και την θλίψη, η χαμηλή ηλεκτρική και θερμική αγωγιμότητα κ.α. (Almeida et al., 2015). Γενικότερα, τα κεραμικά υλικά μπορούν χρησιμοποιηθούν με την ίδια ευκολία τόσο σε άθραυστη ατόφια μορφή, όσο και σε θρυμματισμένη. Η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι κάποιες καινοτόμες χρήσεις των άθραυστων κεραμικών πραγματοποιούνται σε σύγχρονες κατασκευές δρόμων υγρών περιοχών, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στην σταθεροποίησή τους (Ali et al., 2016 ; Viera et al., 2015).

Τα πλέον διαδεδομένα κεραμικά προϊόντα που αξιοποιούνται άθραυστα είναι τα πλακίδια, τα κεραμίδια και τα τούβλα. Αρχικά, τα πλακίδια είναι κεραμικά με υψηλή αντοχή που αξιοποιούνται ιδανικά στις δομικές κατασκευές, λόγω του μικρού τους κόστους και την ευκολία στην τοποθέτησή τους. Συνήθως χρησιμοποιούνται για την κάλυψη δαπέδων και τοίχων (Silveira et al, 2012). Αντίστοιχα, τα κεραμίδια είναι ιδανικά αειφόρα υλικά που χρησιμοποιούνται στις στέγες, καθώς προσφέρουν ασφάλεια, καλαισθησία, εξοικονόμηση ενέργειας και μεγάλη σκίαση. Επιπλέον, διακρίνονται για την διάρκεια ζωής τους, την μηχανική τους αντοχή και την ανθεκτικότητα στις καιρικές μεταβολές (Almeida et al., 2015).

Από την άλλη πλευρά τα τούβλα (οπτόπλινθοι) θεωρούνται από πολλούς τα πιο σημαντικά υλικά στις σύγχρονες κατασκευές, δεδομένου ότι είναι αρκετά οικονομικά και δεν βλάπτουν το περιβάλλον συνεισφέροντας στην βιώσιμη ανάπτυξη (Silva et al., 2018). Βέβαια, η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από παραμέτρους που αφορούν τις μηχανικές τους αντοχές, την αντοχή τους στον καιρό και τον χρόνο, τις θερμομονωτικές και ηχομονωτικές τους συμπεριφορές, το επίπεδο υδροαπορρόφησης, το μέγεθος αντίστασης σε περίπτωση πυρκαγιάς κ.α. Ανάμεσα στις πιο γνωστές κατηγορίες τούβλων ξεχωρίζουν τα τούβλα θερμομόνωσης, τα διάτρητα, τα διακοσμητικά και τα πυρότουβλα (Viera et al., 2015).

Σχετικά με την αξιοποίηση θρυμματισμένων κεραμικών επισημαίνεται ότι είναι εφικτό να αντικαταστήσει με επιτυχία άλλα δομικά ολικά όπως η πέτρα και το χαλίκι, αφού η ανακύκλωσή του μείγματος μπορεί να το απαλλάξει από τοξικές και βλαβερές ουσίες. Επιπρόσθετα, σε χώρες όπως η Ολλανδία, η Δανία και η Γερμανία τα θρυμματισμένα κεραμικά χρησιμοποιούνται στο μείγμα του σκυροδέματος αντί της άμμου (Ali et al., 2016 ; Silveira et al, 2012). Επιπλέον, η Ελβετία και η Αγγλία χρησιμοποιούν συχνά θρυμματισμένα υλικά κεραμικών σε έργα οδοποιίας και οδοστρωμάτων, ενώ προτιμούν το εν λόγω υλικό για το γέμισμα χαντακιών (Silva et al., 2018).



Εικόνα 24. Θρυμματισμένα κεραμικά υλικά

Ανακτήθηκε από: <https://adelaideecobins.wordpress.com/2018/03/29/a-comprehensive-guide-to-recycling-bricks/>

Ακόμη, πολλοί μελετητές αναφέρουν ότι η ανάμειξη των κεραμικών με υλικά οργανικών βιοδιασπώμενων υλικών είναι ιδανική για την δημιουργία πράσινων ταρατσών. Τέλος, έρευνες υποστηρίζουν ότι οι σύγχρονες κατασκευαστικές τάσεις τείνουν να αξιοποιούν περισσότερο την ωμή άργιλο που εμπεριέχεται στα κεραμικά, καθώς αποδεικνύεται ότι είναι ένα συστατικό με υψηλή θερμομονωτική απόδοση και αξιόλογες μηχανικές αντοχές (Almeida et al., 2015 ; Viera et al., 2015).

2.4.7 Οι δομικές χρήσεις του γυαλιού

Μια ιδιαίτερη αναφορά αξίζει να γίνει στο γυαλί, καθώς πρόκειται για ένα ανόργανο ανακυκλώσιμο υλικό που συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον λόγω των οικολογικών του προδιαγραφών και των πολυδιάστατων δομικών εφαρμογών του. Ειδικότερα, το γυαλί είναι ένα διάφανο, εύχρηστο και εύπλαστο υλικό με κύριο συστατικό το οξείδιο του πυριτίου.

Διακρίνεται κυρίως για την αντοχή, την στεγανότητα, την σκληρότητα και την μεγάλη ανθεκτικότητα έναντι της διάβρωσης (Arabani, 2011),

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με άλλα δομικά υλικά, ο τρόπος παραγωγής του γυαλιού είναι εκείνος που καθορίζει τις μοναδικές του ιδιότητες. Ως εκ τούτου, οι εκάστοτε συνθήκες μπορούν να μετατρέψουν το γυαλί σε ένα πράσινο υλικό που δεν κοστίζει, αφού υπάρχει δυνατότητα να ανακυκλωθεί εξολοκλήρου με αμελητέα κατανάλωση ενέργειας. Ταυτόχρονα η δημιουργία γυαλιού μπορεί να προσδώσει στο υλικό πλούσιες ηχομονωτικές και θερμομονωτικές ιδιότητες (Khmiri & Samet, 2012 ; Suvash et al., 2018).

Ακόμη αναφέρεται ότι οι σύγχρονες απαιτήσεις για καινοτομίες στην διακόσμηση και τους οικολογικούς σχεδιασμούς έχουν οδηγήσει σε διαφορετικές μορφές και τύπους γυαλιού εκτός από το κοινό, όπως το Triplex, το υαλόνημα, τα γυαλιά βορίου, τα χημικά επεξεργασμένα, τα θερμικά ενισχυμένα γυαλιά κ.α. (Rashad, 2014). Βέβαια, σύμφωνα με τελευταίες μελέτες, η μεγάλη συγκέντρωση αποβλήτων γυαλιού ανά τον κόσμο, καθιστά δύσκολη την διαχείρισή τους και έχει βάλει την παγκόσμια κοινότητα σε δεύτερες σκέψεις, οδηγώντας την σε νέες πρακτικές που προβλέπουν την απευθείας μετατροπή του γυάλινου όγκου σε ποσότητες νέων σύνθετων δομικών υλικών (Arabani, 2011 ; Suvash et al., 2018).

2.5 Υλικά νανοτεχνολογίας

Η διαρκώς αυξανόμενη πρόοδος των επιστημών του 21ου αιώνα οδήγησε τον κλάδο της νανοτεχνολογίας σε ραγδαία ανάπτυξη. Αναλυτικότερα, η νανοτεχνολογία, αξιοποιώντας τις δυνατότητες της μοριακής επιστήμης ακτινογραφεί την φύση μέσα από μικροσκοπική κλίμακα, επιχειρώντας να παράγει κατά παρόμοιο τρόπο πλήθος οικολογικών υλικών, τα οποία

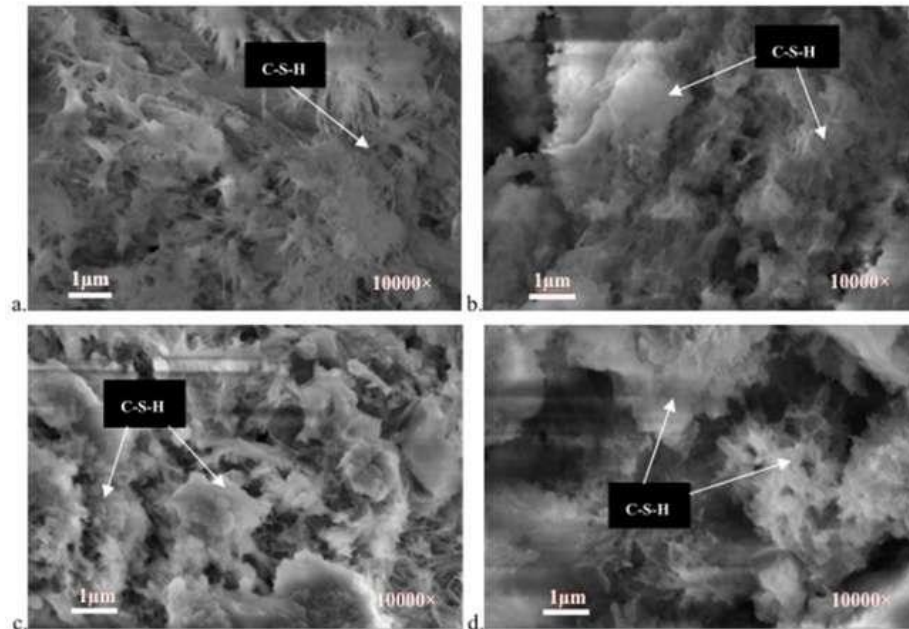
μπορούν να προσαρμοστούν στις ανάγκες του σύγχρονου κόσμου (Papatzani, 2014). Ορισμένοι μελετητές θεωρούν ότι η νανοτεχνολογία μπορεί να αποτελέσει την απαρχή για μεγάλες αλλαγές στην ζωή των ανθρώπων, εντός των σύγχρονων κτιριακών εγκαταστάσεων (Metaxa, et al., 2012).

Η μέθοδος που αξιοποιείται κυρίως από την εφαρμογή της νανοτεχνολογίας είναι η προσθήκη μικρών ποσοτήτων πληρωτικών από νανοσωματίδια σε πολυμερή υλικά, με στόχο την βελτίωση της ποιότητας και των ιδιοτήτων τους (Calabria-Holley & Papatzani, 2014). Σήμερα τα νανοσωματίδια αξιοποιούνται σε υλικά όπως το τσιμέντο, το σκυρόδεμα, το ξύλο, ο χάλυβας ή το γυαλί, γεγονός στο οποίο συνδράμει η ενίσχυση των μηχανικών, θερμικών και ηλεκτρικών ιδιοτήτων τους λόγω της παρουσίας πληρωτικών νανοσωματιδίων (Collins et al., 2012; Munir et al., 2016).

2.5.1 Νανοσωματίδια και διασπορά στα υλικά τσιμέντου

Στην περίπτωση του τσιμέντου η διασπορά νανοσωματιδίων μπορεί να αυξήσει την ανθεκτικότητά των τσιμεντοπροϊόντων έναντι του εφελκυσμού. Μάλιστα κάποιοι μελετητές επισημαίνουν ότι τα ξεχωριστά είδη νανοσωματιδίων μπορούν να επιφέρουν μοναδικά αποτελέσματα σε κάθε διαφορετική περίπτωση (Huang, 2012 ; Papatzani, 2014). Έτσι, η διασπορά νανοοξειδίων ζirkονίου μπορεί να μεγιστοποιήσει την αντοχή του τσιμέντου, ενώ τα νανοοξείδια μπορούν να αυξήσουν το ποσοστό ελαστικότητας του. Από την άλλη προκύπτει η άποψη ότι η αξιοποίηση νανοοξειδίων σιδήρου μπορεί να περιορίσει την ηλεκτρική αντίσταση του τσιμέντου (Scrivener, 2009). Επίσης, σε μελέτες αναφέρεται ότι η εισαγωγή νανοδιοξειδίου τιτανίου έχει την δυνατότητα φωτοκαταλυτικής δράσης στο τσιμέντο

για την εξυπηρέτηση περιβαλλοντικών σκοπών αποσύνθεση των ρύπων (Yazdanbakhsh et al, 2010).



Εικόνα 25. Νανοτεχνολογία σε υλικά τσιμέντου

Ανακτήθηκε από: <https://www.mdpi.com/2079-4991/9/9/1213/htm>

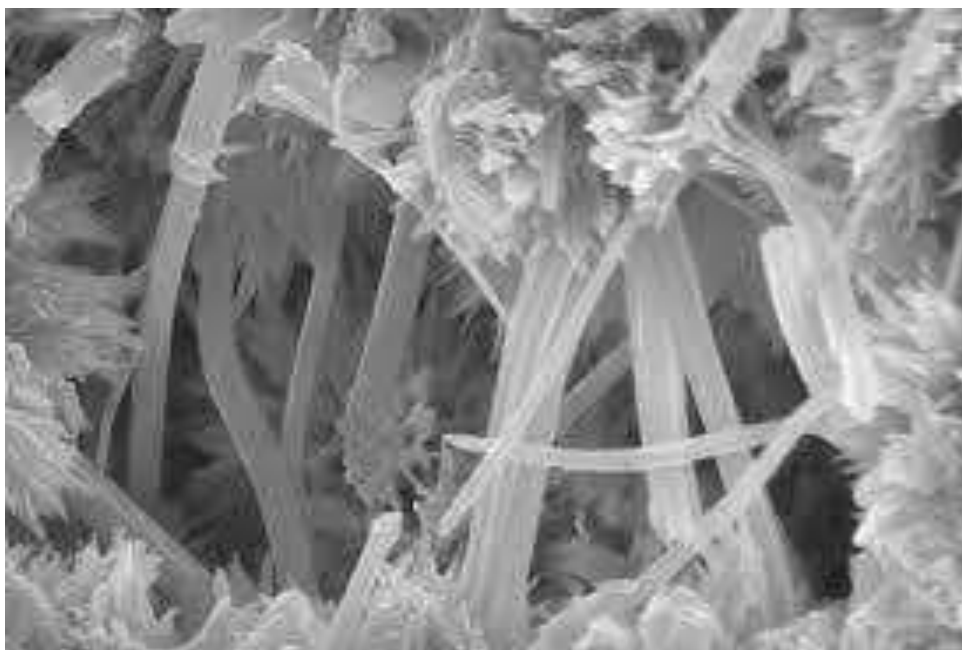
Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι το πλήθος και η ποικιλία μοναδικών ιδιοτήτων που προσφέρει η εκμετάλλευση μικροσκοπικών πληρωτικών ευνοεί την ανάπτυξη και την δημιουργία πολυλειτουργικών προϊόντων με υψηλές προδιαγραφές προσαρμογής στις σημερινές ανάγκες (Paratzani, 2014). Πιο συγκεκριμένα υποστηρίζεται ότι τα νανοϋλικά άνθρακα όπως οι νανοσωλήνες, οι νανοϊνες και οι νανοιφάδες, αποτελούν υλικά νέας γενιάς στις κατασκευές, τα οποία έχουν την δυνατότητα να προσδώσουν ικανότητες ελέγχου για ρωγμές, πλήθος ιδιοτήτων και μεγάλη αντοχή στην κάμψη των υλικών τσιμέντου, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την πυρήνωσή τους (Collins et al., 2012).

Για την ακρίβεια, η αξιοποίηση νανοσωλήνων άνθρακα φαίνεται να αποδίδει εξαιρετικές μελλοντικές προοπτικές στις κατασκευές, καθώς η χρήση τους μπορεί να συμβάλλει αισθητά στην αύξηση της ελαστικότητας, της ανθεκτικότητας και της σκληρότητας του υφιστάμενου υλικού. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι νανοσωλήνες άνθρακα βρίσκουν εκτός των άλλων συχνά εφαρμογή και σε άλλες περιπτώσεις π.χ. σύνθετα υλικά, βιοαισθητήρες κ.α. (Scrivener, 2009).

Ωστόσο, σύμφωνα με ενδεδειγμένες έρευνες προκύπτει ότι ένα σημαντικό ζήτημα για την ποιότητα της συμβολής των νανοσωλήνων άνθρακα είναι ο κίνδυνος ανομοιομορφίας διασποράς τους στα υλικά, κάτι που θα μπορούσε να προκαλέσει τον περιορισμό της αποτελεσματικότητας των νανοσωματιδίων στην ενίσχυση του τσιμέντου (Munir et al., 2016 ; Tyson et al., 2011). Σε αυτή την περίπτωση γίνεται κατανοητό ότι οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στην εξεύρεση λειτουργικών προσεγγίσεων μέσω των οποίων θα περιοριστούν οι κίνδυνοι να πραγματοποιηθεί διασπορά με δυσάρεστες συνέπειες για το τσιμέντο. Κάποιες από αυτές τις προσεγγίσεις προβλέπουν τον μηχανικό διαχωρισμό των νανοϋλικών μέσω της αξιοποίησης νέων τεχνολογιών π.χ. υπέρηχος (Marchant & Sylvester, 2006 ; Sanchez & Sobolev, 2010).

Μία άλλη προσέγγιση θεωρεί την ομοιοπολική ή και τη μη ομοιοπολική τροποποίηση απαραίτητες για την χημική μεταβολή των νανοϋλικών (Metaxa et al., 2012). Αντίστοιχα, κάποιιοι άλλοι μελετητές προτείνουν ως λύση την αξιοποίηση προσμίκτων περιορισμού του νερού και ειδικότερα την εφαρμογή υπερευστοποιητών, προκειμένου να επιτευχθεί βελτίωση και ενίσχυση των υλικών τσιμέντου (Yazdanbakhsh et al., 2010). Βέβαια, άλλοι αντιτείνουν ότι η πρακτική αυτή μπορεί να είναι αποτελεσματική μόνο μέχρι ενός σημείου, ενώ παράλληλα απαιτεί μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση (Han et al., 2014).

Ακόμη μία εφαρμογή του άνθρακα που αξιοποιείται από την επιστήμη της νανοτεχνολογίας είναι οι νανοϊνες, η περίπτωση των οποίων θυμίζει πολύ εκείνη των νανοσωλήνων (Konsta-Gdoutos et al., 2010). Οι νανοϊνες χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό με τους νανοσωλήνες, ενώ συχνά συναντούν και τα ίδια προβλήματα κατά την διασπορά τους στα υλικά τσιμέντου. Ειδικότερα, οι χημικοί διαλύτες και οι υπέρηχοι αποτελούν ενδεδειγμένη πρόταση για να επιτευχθεί ορθολογικά αυτή η διασπορά (Munir et al., 2016).



Εικόνα 26. Νανοϊνες άνθρακα

Ανακτήθηκε από: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3141/2142-17?journalCode=trra>

Όσον αφορά τις νανοϊφάδες πρόκειται για μικροσκοπικά νανοσωματίδια, τα οποία προέρχονται από τον γραφίτη και αποτελούνται από ιφάδες δύο διαστάσεων. Η δισδιάστατη δομή των νανοϊφάδων τους δίνει τη δυνατότητα να αξιοποιούνται συχνά σαν πυρήνες. Μεταξύ των σημαντικότερων πλεονεκτημάτων τους ξεχωρίζουν η διαμόρφωση ομοιογένειας στο υλικό και η δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με το εσωτερικό τη μήτρα του. Επιπλέον, υποστηρίζεται ότι η μορφή και το σχήμα των ιφάδων επιτρέπει την εκτροπή μικρορωγμών,

κάτι που μπορεί να αποβεί καθοριστικό για να αποτραπούν περισσότερες και μεγαλύτερες ρωγμές στο δίκτυο του υλικού, ενώ φαίνεται πως οι νανοιφάδες είναι σε θέση να προσδώσουν μεγαλύτερη ποιότητα και ισχύ στις υφιστάμενες ιδιότητες των υλικών (Huang, 2012 ; Marchant & Sylvester, 2006 ; Metaxa et al., 2012).

2.5.2 Η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στο σκυρόδεμα

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η επιστήμη της νανοτεχνολογίας επεκτείνει την δράση της στην αξιοποίηση των νανοσωματιδίων και στα υλικά σκυροδέματος, αποσκοπώντας στην βελτίωση των κύριων χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων του και κατ' επέκταση στην δημιουργία των καλύτερων δυνατών συνθηκών για τις σύγχρονες κατασκευές (Tyson et al., 2011).

Από πλήθος ερευνών προκύπτει ότι η εισαγωγή νανοπυριτίου στο υλικό μπορεί να προκαλέσει την ενίσχυση των μηχανικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εφικτή η αποτροπή διείδυσης του νερού, η βελτίωση της ανθεκτικότητας και η αύξηση της σταθερότητας του μείγματος σκυροδέματος (Han et al., 2014 ; Konsta-Gdoutos et al., 2010). Υποστηρίζεται ακόμη, ότι το διοξείδιο του τιτανίου, είναι ένα είδος νανοσωματιδίου με λευκό χρώμα το οποίο μπορεί να προστεθεί στο μείγμα, συμβάλλοντας χαρακτηριστικά στην διατήρηση του λευκού χρώματος και ουσιαστικά στην αποδόμηση των ρύπων και τοξικών στοιχείων. Ως εκ τούτου τα κόστη περιορίζονται, ενώ ταυτόχρονα η δυνατότητα εξυγίανσης ρύπων και βλαβερών ουσιών συνεισφέρει σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος (Calabria-Holley & Papatzani, 2014 ; Kimbrell, 2009).

Αξίζει σε αυτό το σημείο να αναφερθούμε στην ιδιαιτερότητα αυτοσυμπύκνωσης σκυροδέματος, μια μοναδική ιδιότητα που παρέχεται στο υλικό μέσω της νανοτεχνολογίας. Το

αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα χαρακτηρίζεται από την ευκολία προσαρμογής σε κάθε είδους καλουπιού και την ικανότητα διατήρησης της ομοιογένειάς του, αποκτώντας παράλληλα αξιοσημείωτη συμπίκνωση, δίχως να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε εξωτερική ενέργεια (Sanchez & Sobolev, 2010). Μελέτες αναφέρουν ότι τα κέρδη από την εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στην περίπτωση αυτοσυμπύκνωσης του σκυροδέματος είναι η αύξηση της παραγωγικότητας, η ενίσχυση της αντοχής, η μεγαλύτερη ευκολία στην σκυροδέτηση και η αναβάθμιση του εργασιακού περιβάλλοντος (Collins et al., 2012 ; Fu et al., 2001).

Ορισμένοι ερευνητές κάνουν επίσης αναφορά σε μία ακόμη πιο προχωρημένη εκδοχή των μελλοντικών εφαρμογών νανοτεχνολογίας στο υλικό σκυροδέματος. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζουν ότι θα καθίσταται δυνατή η χρήση ειδικής σκόνης είτε στο εσωτερικό του υλικού, είτε στην επιφάνειά του με την βοήθεια της οποίας θα μπορεί να πραγματοποιηθεί ο ποιοτικός έλεγχος του μείγματος (Tyson et al., 2011 ; Yazdanbakhsh et al., 2010).

2.5.3 Νανοϊνες κυτταρίνης σε σύνθετα υλικά τσιμέντου

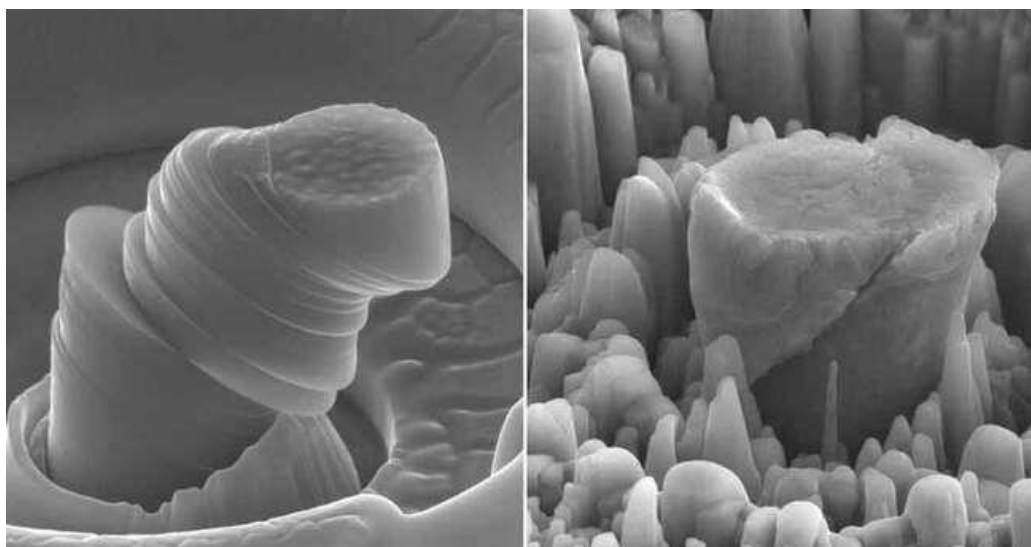
Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται όλο και πιο συχνά η αξιοποίηση φυτικών και ανανεώσιμων ινών κυτταρίνης στον κατασκευαστικό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, οι νανοϊνες κυτταρίνης, οι οποίες αποτελούνται από μικροσκοπικά σωματίδια φυτικών ινών κυτταρίνης συναντώνται συχνά με την μορφή υγρών και τζελ, παρουσιάζοντας πολλαπλά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία (Tyson et al., 2011). Έτσι, το μικρό τους κόστος, οι δυνατότητες τους για ανακύκλωση και βιοδιάσπαση, η μεγάλη τους διαθεσιμότητα, η αντοχή και η σκληρότητά τους, καθιστά τις νανοϊνες πρωτοποριακές λύσεις νανοτεχνολογίας (Metaxa et al., 2012 ; Yazdanbakhsh et al., 2010).

Σύμφωνα με ειδικούς οι ίνες κυτταρίνης μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ενίσχυση του μείγματος τσιμέντου προσδίδοντας πολυάριθμες ιδιότητες που βελτιώνουν αξιολογώντας την ποιότητα του υφιστάμενου υλικού π.χ. σκληρότητα και αντίσταση στη ρηγμάτωση, αντοχή στην κάμψη, αυξημένη ολκιμότητα κ.α. Τα οφέλη αυτά δίνουν την δυνατότητα στα παραγόμενα να χρησιμοποιηθούν με μεγαλύτερη ασφάλεια και αποτελεσματικότητα στις κατασκευές (Metaxa et al., 2012 ; Tyson et al., 2011).

Βέβαια, όπως επισημαίνεται, ένα σημαντικό μειονέκτημα που φαίνεται να περιορίζει τη συχνότητα παραγωγής υλικών, τα οποία εμπεριέχουν ίνες φυτικής κυτταρίνης είναι το ποσοστό της μακροχρόνιας αντοχής τους (Yazdanbakhsh et al., 2010). Οι Tyson et al. (2011) συμπληρώνουν ότι για να εξασφαλιστεί η μακροχρόνια ανθεκτικότητα των ενισχυμένων υλικών θα πρέπει να πραγματοποιηθεί άρτιος συνδυασμός της μήτρας του τσιμέντου και των φυτικών ινών κυτταρίνης.

2.5.4 Λύσεις νανοτεχνολογίας στα ζητήματα του χάλυβα

Οι εφαρμογές της νανοτεχνολογίας δείχνουν να είναι κατάλληλες και για την αντιμετώπιση πιθανών προβλημάτων διάβρωσης σε μεγάλα τεχνικά και κατασκευαστικά έργα. Ειδικότερα, ο χάλυβας είναι ένα υλικό που συχνά υπόκειται σε φθορές και διαβρώσεις με αποτέλεσμα να προκύπτουν ζητήματα ασφάλειας (Kheiri., 2013). Ειδικοί επισημαίνουν ότι η νανοτεχνολογία μπορεί να συμβάλει στην παροχή μεγαλύτερης ασφάλειας στον κλάδο των σύγχρονων δομικών έργων, καθώς έχει την δυνατότητα να ενισχύσει την ανθεκτικότητα και την αντοχή του χάλυβα έναντι των κινδύνων διάβρωσης (Kolpakov et al., 2007). Γίνεται κατανοητό ότι κάτι τέτοιο μπορεί να προσφέρει αρκετά σημαντική εξοικονόμηση χρημάτων, διότι η αποκατάσταση αλλά και η αντικατάσταση τμημάτων χάλυβα σε μεγάλες κατασκευές είναι ιδιαίτερα πολυέξοδη (Sanchez & Sobolev, 2010).



Εικόνα 27. Νανοτεχνολογία στο Χάλυβα

Ανακτήθηκε από:

<https://www.thefabricator.com/thefabricator/article/metalsmaterials/nanotechnology-meets-metal-fabrication>

Επιπρόσθετα, η μεγαλύτερη συμβολή της νανοτεχνολογίας στην προστασία του χάλυβα, έγκειται στο γεγονός ότι διατίθενται πλέον δύο καινοτόμα υλικά μεγάλης αντοχής στις αρνητικές επιπτώσεις της διάβρωσης. Τα νέα αυτά και αρκετά ενισχυμένα προϊόντα, τα οποία προέκυψαν από τις εξειδικευμένες εφαρμογές νανοτεχνολογίας και διακρίνονται για τις ξεχωριστές τους ιδιότητες είναι ο χάλυβας MMFX2 και ο χάλυβας Sandvik Nanoflex (Kheiri,, 2013 ; Koirakon et al., 2007).

Αρχικά, η τροποποιημένη νανοδομή του χάλυβα MMFX2 παρέχει υψηλά ποσοστά ανθεκτικότητας στη διάβρωση με μικρό αντίτιμο, περιορίζοντας ταυτόχρονα την ανάπτυξη επιμέρους επιζήμιων παραγόντων που μπορούν σε ορισμένες περιπτώσεις να επιτείνουν την διάβρωση και την φθορά των κατασκευών (Koirakon et al., 2007). Από την άλλη πλευρά τα νανοταξινομημένα μόρια χάλυβα που εμπεριέχονται στον Sandvik Nanoflex προσδίδουν στο υλικό πολύ μεγάλα ποσοστά πλαστιμότητας και αντοχής, εντούτοις διαπιστώνεται ότι το υψηλό του κόστος περιορίζει αρκετές φορές την εφαρμογή του (Kheiri,, 2013).

Κάποια άλλα προϊόντα νέας γενιάς που προκύπτουν από την εφαρμογή νανοτεχνολογιών, υπόσχονται προστασία από τους λεκέδες και τις απώλειες χρωμάτων, κάτι που συμβαίνει συνήθως σε παραθαλάσσια μέρη με υψηλό επίπεδο υγρασίας (Πασπαλάς, 2009). Μολονότι οι επιπτώσεις αυτές δεν είναι αρκετές να φθείρουν τον ίδιο τον χάλυβα, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι αρκετά αντιαισθητικό, καταστρέφοντας κατά κοινή ομολογία μια όμορφη κατασκευή. Έτσι, τα υλικά αυτά είναι σε θέση να καθαρίσουν και να απομακρύνουν το σύνολο των λεκέδων, χαρίζοντας στον χάλυβα μια επιφάνεια που λάμπει (Kheiri, 2013).

2.5.5 Το ξύλο και η χρήση νανοτεχνολογίας

Στην βιβλιογραφία διαπιστώνει κανείς ότι οι ορίζοντες της νανοτεχνολογίας έχουν διευρυνθεί ακόμη και στην παραγωγή καινοτόμων υλικών ξυλείας με σκοπό τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα κατά την αξιοποίησή του στις σύγχρονες κατασκευές (Wegner et al., 2005 ; Zhao et al., 2013). Όπως επισημαίνεται, οι επιπτώσεις της έκθεσης του ξύλου σε ακραίες καιρικές και κλιματικές συνθήκες, είναι πιθανό να βάλλει όχι μόνο κατά τις αισθητικής ομορφιάς του, αλλά και κατά των φυσικών του ιδιοτήτων (Han et al., 2014).



Εικόνα 28. Νανοτεχνολογία Ξύλου

Ανακτήθηκε από: <http://smartcoatings.in/wood-stone/>

Οι νέες τάσεις νανοτεχνολογίας δίνουν την λύση σε αντίστοιχα προβλήματα με την ανάπτυξη νέων επιστρωμάτων που μπορούν να προστατέψουν την επιφάνεια του ξύλου, δίχως να επηρεάζουν το χρώμα του (Kawalerczyk et al., 2020). Αρκετοί ερευνητές αναφέρουν ότι τα επιστρώματα αυτά εξασφαλίζουν την προστασία και την ομορφιά του ξύλου, επεκτείνοντας με αυτόν τον τρόπο την ζωή του. Ακόμη, σημειώνεται ότι τα επιστρώματα ευνοούν την απώθηση του νερού και την απομάκρυνση των λεκέδων, διατηρώντας καθαρή την ξύλινη επιφάνεια (Wegner et al., 2005 ; Zhao et al., 2013)

2.5.6 Ο τομέας της νανοτεχνολογίας και τα νέα προϊόντα βαφών

Η επιτακτική ανάγκη αντικατάστασης των συμβατικών βαφών οδήγησε την νανοτεχνολογία στη δημιουργία πρωτοποριακών υλικών υψηλής τεχνολογίας με την προσθήκη μη τοξικών νανομορίων, στοχεύοντας στην βελτίωση της ποιότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου και στην αποφυγή δυσάρεστων αλλεργιών (Sanchez & Sobolev, 2010).

Σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες το πιο πρόσφατο επίτευγμα των εφαρμογών νανοτεχνολογίας αποτελεί η παραγωγή αντιβακτηριακών βαφών και ειδικών μη τοξικών επιστρωμάτων που μπορούν να αποτρέψουν τους μύκητες και να εξοντώσουν πλήθος επικίνδυνων βακτηριδίων, τα οποία επιφέρουν συχνά αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (Joshi & Bhattacharyya, 2011). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των επιστρωμάτων είναι η μόνιμη διάρκεια του αποτελέσματος τους στην πάροδο των ετών και το γεγονός ότι δεν εμπεριέχουν ιοκτόνα, συντηρητικά και εύφλεκτα συστατικά, κάτι που τα κάνει φιλικά για το περιβάλλον και ασφαλή για την υγεία του ανθρώπου (Dastjerdi et al., 2009).

2.5.7 Σύγχρονες τάσεις στου υαλοπίνακες

Η τεχνολογία νέας γενιάς βρίσκει εφαρμογές στους υαλοπίνακες, προκειμένου να ανταποκριθεί στα σημερινά προβλήματα που απαιτούν δραστικές λύσεις. Ειδικότερα μία από τις ενδεδειγμένες λύσεις για το ζήτημα της καθαριότητας και του καθαρισμού των γυάλινων επιφανειών που απασχολεί συχνά τους ειδικούς, είναι οι προηγμένοι αυτοκαθαριζόμενοι υαλοπίνακες νανοτεχνολογίας (Wegner et al., 2005).

Οι εν λόγω υαλοπίνακες είναι επικαλυμμένοι με διοξείδιο του τιτανίου, πράγμα που σημαίνει ότι οι υδροφιλικές του ιδιότητες αποτρέπουν το νερό να παραμείνει σε ένα μόνο σημείο, απλώνοντάς το έτσι ομοιόμορφα στην εξωτερική επιφάνεια των υαλοπινάκων. Επιπλέον, η προσθήκη πληρωτικών νανοσωματιδίων ενισχύει τις ιδιότητες απορρόφησης της υπεριώδους ακτινοβολίας των υαλοπινάκων, με αποτέλεσμα να αντιδρούν τα ηλεκτρόνιά τους και να διασπών πιθανούς ρύπους (Mohelnikova, 2011).

Έπειτα οι απαιτήσεις πυρασφάλειας δείχνουν να οδηγούν σε σημαντικές εξελίξεις με απώτερο σκοπό τον μεγαλύτερο βαθμό πυροπροστασίας. Όπως επισημαίνεται οι ανάγκες αυτές ευαισθητοποίησαν την επιστήμη της νανοτεχνολογίας με αποτέλεσμα να δοθεί έμφαση σε μηχανισμούς πυροπροσταυτικών υαλοπινάκων (Finley, 2008).

Σε αντίθεση με τους συμβατικούς υαλοπίνακες που παρουσιάζονται ευάλωτοι στη φωτιά και αδυνατούν να αποτρέψουν τις φλόγες, οι πυροπροστατευτικοί αξιοποιώντας τα ξεχωριστά χαρακτηριστικά των νανοσωματιδίων πυριτίου που βρίσκονται ανάμεσά τους, μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην πυρασφάλεια και την προστασία από την πυρκαγιά (Addington & Schodek, 2005 ; Leydecker, 2008).



Εικόνα 29. Αυτοκαθαριζόμενοι υαλοπίνακες νανοτεχνολογίας

Ανακτήθηκε από: <https://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=5510>

Μία ακόμη επιτακτική ανάγκη είναι η δυνατότητα ελέγχου της ακτινοβολίας του ηλίου και κατ' επέκταση ο περιορισμός στην κατανάλωση της διαθέσιμης ενέργειας. Με αφορμή την προσέγγιση αυτή η νανοτεχνολογία προωθεί κάποιες στρατηγικές, στοχεύοντας στα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Μία από τις λύσεις νανοτεχνολογίας έγκειται στην αξιοποίηση των ηλεκτροχρωμικών επιστρωμάτων (Mohelnikova, 2011). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των επιστρωμάτων αυτών είναι ότι μπορούν να προσαρμόσουν την διαφάνειά τους, όταν ρεύμα μικρής τάσης συνδυάζεται με οξείδια βολφραμίου. Αντίστοιχα, οι ειδικοί αναφέρουν ότι η νανοτεχνολογία προωθεί την μέθοδο φωτοχρωμικών τεχνολογιών (Finley, 2008 ; Wegner et al., 2005). Η μέθοδος αυτή προβλέπει μια αυτοματοποιημένη μετατροπή της διαπερατότητας του φωτός, ανάλογα με την ένταση της διερχόμενης ακτινοβολίας. Έτσι, όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό της ακτινοβολίας που πέφτει στην επιφάνεια των υαλοπινάκων, τόσο περισσότερο μειώνεται το ποσοστό φωτοδιαπερατότητάς τους (Leydecker, 2008 ; Mohelnikova, 2011).

Ορισμένοι μελετητές θεωρούν ότι μία από τις σημαντικότερες πρακτικές της νανοτεχνολογίας σε αυτή την περίπτωση είναι η εφαρμογή επιστρωμάτων από λεπτές ταινίες

στους υαλοπίνακες. Η στρατηγική αυτή μπορεί να φανεί αρκετά αποτελεσματική για τον έλεγχο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, δεδομένου ότι οι ταινίες μπορούν να την φιλτράρουν, εμποδίζοντας παράλληλα οτιδήποτε κακόβουλο να διαπεράσει τους υαλοπίνακες (Addington & Schodek, 2005 ; Finley, 2008).

Η εφαρμογή θερμοχρωμικών νανοτεχνολογιών είναι μία αποτελεσματική λύση η οποία που προτείνεται από την επιστήμη νανοσωματιδίων. Το πλεονέκτημα των θερμοχρωμικών τεχνολογιών είναι πως μπορούν να αξιοποιήσουν κάθε φορά την θερμοκρασία περιβάλλοντος, μεταβάλλοντας την διαφάνεια των υαλοπινάκων, εξασφαλίζοντας περισσότερα θερμομονωτικά οφέλη (Leydecker, 2008 ; Mohelnikova, 2011 ; Pacheco-Torgal & Diamanti, 2012).

2.6 Έξυπνα υλικά και προηγμένη τεχνολογία

Όπως προαναφέρθηκε η σύγχρονη τεχνολογική νέας γενιάς καλείται να επενδύσει στην πράσινη ανάπτυξη, αποσκοπώντας στην προστασία του περιβάλλοντος και την διαμόρφωση υγιεινών συνθηκών διαβίωσης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι σημερινές καινοτομίες φαίνεται να ρίχνουν το βάρος της έρευνάς τους σε μοριακές ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα διάφορες πρώτες ύλες, πράγμα που σηματοδοτεί μια τεχνολογική ανάπτυξη στην ενέργεια, τους πόρους και τα κατασκευαστικά υλικά (Bozic, 2015).

Αυτό το πλάνο πράσινης οικολογικής δόμησης στοχεύει στην παραγωγή των λεγόμενων έξυπνων υλικών που υπόσχονται την δημιουργία προηγμένων περιβαλλοντικών εγκαταστάσεων αειφορίας, τα οποία θα μπορούν να συμπεριφέρονται σαν ένας νοήμων ζωντανός οργανισμός και θα ανταποκρίνονται στις εκάστοτε αντιδράσεις των ιδιοκτητών τους (Zmija & Malachowski, (2010). Γενικότερα, υποστηρίζεται ότι η αξιοποίηση των έξυπνων

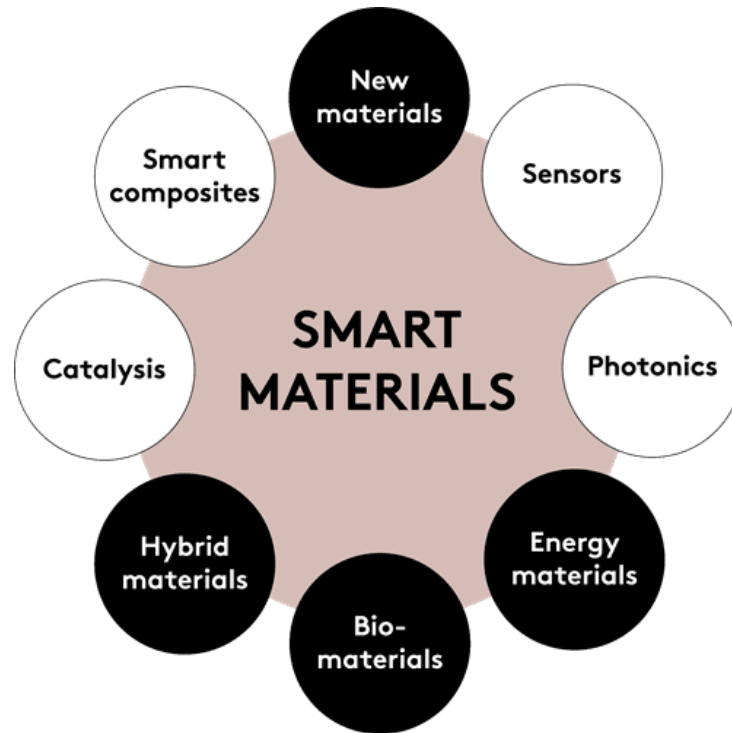
υλικών μπορεί να βρει εφαρμογή σε τομείς που αφορούν την αποτροπή φαινομένων όπως σεισμούς, πλημμύρες, υλικές καταστροφές κ.α. (Sherif, 2013).

Κάποιοι ειδικοί αναφέρουν ότι το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των έξυπνων υλικών σε σχέση με τα αντίστοιχα συμβατικά αφορά την δυναμική τους συμπεριφοριστική ανταπόκριση στα ενεργειακά πεδία. Με λίγα λόγια, το επίπεδο της ευφυΐας τους θα μπορούσε να ταυτιστεί με την ικανότητα αυτοματοποίησης και προσαρμογής σε διαφορετικές μεταβολές του καιρού, της θερμοκρασίας κ.α. (Behnoosh et al., 2014 ; Yasser, 2009).

Όπως επισημαίνεται τα υλικά νέας γενιάς δεν μπορούν να επενδυθούν για ένα προκαθορισμένο και συγκεκριμένο αποτέλεσμα, δεδομένου ότι έχουν την τάση να μεταμορφώνονται και να μετασχηματίζονται διαρκώς κατά τις ανάγκες μιας δεδομένης στιγμής. Έτσι, πρόκειται για προηγμένα υλικά που εξαρτώνται από μεταβλητές, ώστε να ανταποκριθούν κάθε φορά σε μια ξεχωριστή περίπτωση ανάγκης (Addington & Schodek, 2005). Το γεγονός αυτό δείχνει να επηρεάζει αισθητά τον τελικό σχεδιασμό των εγκαταστάσεων, αφού μερικοί μελετητές διατείνονται πως με την αξιοποίηση των μεταβαλλόμενων και προσαρμόσιμων υλικών νέας γενιάς το αρχικό σχέδιο εκκίνησης μιας κατασκευής μπορεί να αποδειχθεί αποφασιστικής σημασίας για τη συνέχεια (Ritter, 2007 ; Sherif, 2013).

Όσον αφορά μερικά βασικά χαρακτηριστικά της συμπεριφορά τους οι ειδικοί καταλήγουν τα πιο σημαντικά εξ αυτών είναι η αμεσότητα και η ευθύτητα, αφού μπορούν να ανταποκριθούν άμεσα σε ένα γεγονός που λαμβάνει χώρα μια δεδομένη στιγμή (Zmija & Malachowski, 2010). Ακόμη, ένα χαρακτηριστικό των έξυπνων υλικών είναι η παροδικότητα, καθώς μπορούν να ανταποκριθούν σε ποικίλες καιρικές και περιβαλλοντικές περιστάσεις. Επίσης, λόγω της μοναδικής τους απόκρισης σε ποικίλα ερεθίσματα και της εγγενής τους ευφυΐας, θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι δύο ακόμη κοινά χαρακτηριστικά των έξυπνων

υλικών είναι εκείνα της επιλεκτικότητας και της αυτο – ενεργοποίησης, αντιστοίχως (Addington & Schodek, 2005 ; Ritter, 2007).



Εικόνα 30. Smart materials

Ανακτήθηκε από:

https://www.sdu.dk/en/forskning/c_nanosyd/forskningsomrader/smart+materials

Τα έξυπνα υλικά μπορούν να διακριθούν σε επιμέρους κατηγορίες υλικών. Πιο αναλυτικά, ταξινομούνται κυρίως σε κεραμικά, μεταλλικά, ηλεκτρονικά, σύνθετα και πολυμερή υλικά (Mohammed, 2015). Αρχικά, τα κεραμικά υλικά προηγμένης τεχνολογίας, τα οποία διαμορφώθηκαν τα τελευταία χρόνια διακρίνονται για την θερμική τους αντοχή και την ανθεκτικότητα έναντι της σκληρότητας και της φθοράς. Πρόκειται ουσιαστικά για άμορφα και ανόργανα υλικά που είναι παράγωγα διάφορων μεταλλικών ή μη μεταλλικών στοιχείων. Η δομή τους είναι κρυσταλλική ή μερικώς κρυσταλλική και το βάρος τους σχετικά μικρό. Εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι κακοί αγωγοί ηλεκτρισμού, αντέχουν τις υψηλά ακραίες

θερμοκρασίες και χαρακτηρίζονται από πλούσιες θερμομονωτικές ικανότητες, μπορούν να βρουν εφαρμογή ως μονωτικά και άλλα δομικά υλικά π.χ. τσιμέντο, πλίνθοι κ.α. (Behnoosh et al., 2014 ; Yasser, 2009).

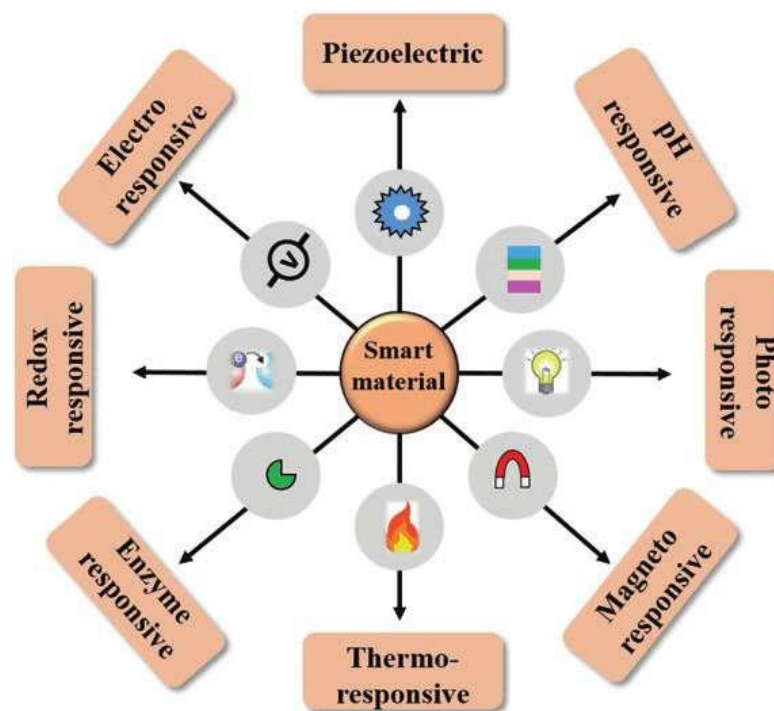
Από την άλλη πλευρά, η σύσταση των μεταλλικών υλικών εμπεριέχει μίγματα διαφόρων μετάλλων και άλλων στοιχείων συμπεριλαμβανομένων του αζώτου, του οξυγόνου κ.α. Η δομή τους κατεξοχήν κρυσταλλική, ενώ σε αντίθεση με τα κεραμικά και τα πολυμερή έχουν καλή αγωγιμότητα στο ηλεκτρικό ρεύμα. Τα μεταλλικά υλικά νέας γενιάς μπορούν να χαρακτηριστούν ιδιαίτερα ανθεκτικά, με υψηλές προδιαγραφές μορφοποίησης ανάλογα με τις ανάγκες (Sherif, 2013 ; Zmija & Malachowski, 2010).

Στην περίπτωση των ηλεκτρονικών υλικών αξίζει να αναφερθεί ότι αποτελούν την επιτομή των τεχνολογιών νέας γενιάς, τα οποία ειδικεύονται κυρίως σε ηλεκτρονικές και τηλεπικοινωνιακές εφαρμογές. Ειδικότερα, το γερμάνιο και το πυρίτιο είναι κάποια από τα πλέον διαδεδομένα ηλεκτρονικά υλικά προηγμένης τεχνολογίας, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οποίων μπορούν να αξιοποιηθούν στα ηλεκτρονικά συστήματα των σύγχρονων εγκαταστάσεων (Torabi & Roshan, 2015).

Η κατηγορία των σύνθετων περιλαμβάνει υλικά που προέρχονται από μίγματα άλλων. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι σύνθετων υλικών εμπεριέχουν ίνες πληρωτικών και ενισχυτικών υλικών στη σύσταση των οποίων βρίσκονται σωματίδια όμοια με εκείνα των νανοσύνθετων πολυμερικών υλικών (Golabchi et al., 2011). Υποστηρίζεται ότι κατά την διαδικασία σύνθεσης των υλικών αυτών μπορούν να αφομοιωθούν και να συνδυαστούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των επιμέρους συστατικών στοιχείων, κάτι που τα καθιστά εκ των πραγμάτων πολύ πιο λειτουργικά και αποτελεσματικά από τα συμβατικά. Τα σύνθετα υλικά μπορούν να αξιοποιηθούν σε πολλές διαφορετικές εφαρμογές, ενώ σύμφωνα με έρευνες τα πλέον

διαδεδομένα από αυτά είναι πολυμερικά που έχουν ενισχυθεί με ίνες π.χ. πολυεστέρας (Behnoosh et al., 2014 ; Bozic, 2015).

Αντίστοιχα, τα πολυμερή είναι συνήθως άμορφα, ημικρυσταλλικά, ή ακόμη και κρυσταλλικά υλικά τα οποία συμπεριφέρονται ως κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, ενώ χαρακτηρίζονται από σχετικά χαμηλή πυκνότητα και μικρή θερμοκρασία αποσύνθεσης (Addington & Schodek, 2005). Η δομή τους αποτελείται από μακρομόρια με έντονη την παρουσία άνθρακα, υδρογόνου, οξυγόνου και άλλων στοιχείων στον πυρήνα τους. Επίσης, ένα βασικό στοιχείο των πολυμερών είναι η ποικιλομορφία των ιδιοτήτων τους, η οποία δείχνει να είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την δομή τους, πράγμα που τα καθιστά ιδανικά σε διάφορες εφαρμογές (Torabi et al., 2015).



Εικόνα 31. Χαρακτηριστικά των Smart materials

Ανακτήθηκε από: https://www.researchgate.net/figure/Classification-of-smart-materials-with-respect-to-specific-stimuli_fig3_342332594

Βέβαια, καθίσταται σαφές ότι η επιτακτική ανάγκη επίλυσης περιβαλλοντικών και ενεργειακών ζητημάτων οδηγούν διαρκώς τις νέες τεχνολογίες στην ανάπτυξη νέων κατηγοριών πολυμερών δομικών υλικών. Έτσι, η μέθοδος της αφροποίησης πολυμερών δείχνει να αποτελεί μία σύγχρονη τακτική για την σύνθεση νέων ελαφροβαρών υλικών, τα οποία θα μπορούν να περιορίσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την κατανάλωση ενέργειας (Ritter, 2007). Αξίζει να σημειωθεί ότι η αφροποίηση συντελείται με την δημιουργία αερίου στο εσωτερικό της πολυμερούς μήτρας, το οποίο στην συνέχεια μετατρέπεται σε ένα σύνολο από πόρους. Οι πόροι αυτοί ανάλογα με το είδος, τη μορφή και το μέγεθός τους μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στα επίπεδα ανθεκτικότητας και πυκνότητας του παραγόμενου υλικού (Torabi & Roshan, 2015).

Ένα από τα υλικά αφρώδους μορφής που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι το ελαφροβαρές σκυρόδεμα. Το σκυρόδεμα ελαφροβαρούς μορφής εμπεριέχει στην σύστασή του νερό, τσιμέντο, αδρανή υλικά και αφρό, ο οποίος παράγεται κατά την διαδικασία αφροποίησης. Η απλή του σύνθεση και η ευκολία στην παραγωγή του, αποτελούν ταυτόχρονα το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του ελαφροβαρούς σκυροδέματος, δεδομένου ότι πρόκειται για μία διαδικασία με μικρό λειτουργικό κόστος (Behnoosh et al., 2014 ; Golabchi et al., 2011 ; Sherif, 2013).

2.7 Οι προκλήσεις γύρω από την τεχνολογία των έξυπνων σπιτιών (smart homes)

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε αναφορά στα έξυπνα σπίτια του μέλλοντος και τις ενεργειακές τους προοπτικές. Εμβαθύνοντας περισσότερο στο ζήτημα των έξυπνων σπιτιών διαπιστώνουμε ότι ανάλογα με τις δυνατότητες που προσφέρουν και την τεχνολογία που

διαθέτουν μπορούν να ταξινομηθούν σε Controllable, Programmable και Intelligent houses, αντίστοιχα (Riley, 2011).



Εικόνα 32. Το Έξυπνο σπίτι

Ανακτήθηκε από: <https://www.icltl.com/smart-houses-the-future-of-sustainable-housing/>

Αρχικά λοιπόν τα Controllable houses στηρίζονται στην άνεση και την ευκολία του ιδιοκτήτη να αξιοποιήσει με ευχέρεια την προηγμένη ενσωματωμένη τεχνολογία. Στους τύπους σπιτιών αυτού του είδους ανήκουν είτε εκείνα που περιλαμβάνουν ένα σύστημα διασυνδεδεμένων συσκευών που ελέγχεται με τηλεχειριστήριο, είτε εκείνα που ελέγχονται με την χρήση ενός ερεθίσματος π.χ. φωνή, αφή κ.λ.π. (Bierhoff et al., 2007).

Στην δεύτερη κατηγορία σπιτιών ταξινομούνται τα Programmable houses, τα οποία βασίζονται στην δυνατότητα της προγραμματισμένης λειτουργίας ανάλογα με κάποιες προκαθορισμένες συνθήκες που ρυθμίζονται από τον ιδιοκτήτη (Balasubramanian &

Cellatoglu, 2008). Σε αυτήν την κατηγορία προγραμματισμένων κατοικιών συγκαταλέγονται εκείνες που λειτουργούν με αισθητήρες και ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένα χρονικά πλαίσια όπως για παράδειγμα να ανάβουν τα φώτα όταν νυχτώνει, αλλά και εκείνες που αντιδρούν σε επιλεγμένα σενάρια και ακολουθούν αλληλουχίες κινήσεων π.χ. λειτουργία συσκευών στην αντίληψη της κόπωσης του ιδιοκτήτη (Al-Qutayri et al., 2008).

Από την άλλη πλευρά η τεχνολογία των Intelligent houses βασίζεται στην απομνημόνευση διάφορων συνηθειών των ιδιοκτητών, προσαρμόζοντας τις λειτουργίες τους στις κινήσεις και τις επιλογές τους. Οι ειδικοί αναφέρουν ότι το στοίχημα δόμησης τέτοιων σπιτιών είναι ουσιαστικά η δημιουργία ενός συστήματος αυτοματοποιημένων κινήσεων, που δεν θα απαιτεί την παρέμβαση των ιδιοκτητών τους (Balasubramanian & Cellatoglu 2008 ; (Tanaka et al., 2012).



Εικόνα 33. Παράδειγμα έξυπνου σπιτιού

Ανακτήθηκε από: <https://anthology.com.ua/lifestyle/361-home-smart-home/>

Γενικότερα, η τεχνολογία έξυπνου δικτύου που διαθέτουν τα έξυπνα σπίτια εναποθέτει τη λειτουργία της σε ένα προηγμένο σύστημα τηλεπικοινωνιών, το οποίο πραγματεύεται την έξυπνη ανταπόκρισή του δικτύου στις ανάγκες του ιδιοκτήτη και την ενημέρωσή του για το κόστος της κατανάλωσής του. Αναπόσπαστο κομμάτι της ενδοεπικοινωνίας των ηλεκτρικών συστημάτων και των συσκευών του δικτύου αποτελούν οι έξυπνοι μετρητές καταγραφής κατανάλωσης ενέργειας και ενημέρωσης μετρήσεων (Chouliaropoulos, 2011).

Οι ειδικοί επισημαίνουν ότι ο συνδυασμός έξυπνων μετρητών και έξυπνου δικτύου παρέχει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες να αξιοποιούν παραγωγικά όχι μόνο την ενέργεια των ανανεώσιμων πηγών π.χ. φωτοβολταϊκά στοχεύοντας σε υψηλές αποδόσεις, αλλά και τις ώρες της ημέρας με χαμηλότερη τιμή κόστους για μεγαλύτερη οικονομία (Mozer, 2005). Μάλιστα υπάρχουν λογισμικά που αντιλαμβάνονται την κατανάλωση ενέργειας από τις διασυνδεδεμένες συσκευές και ενημερώνουν το σύστημα να περιορίσει την λειτουργία τους σε ώρες που δεν απαιτείται (Bierhoff et al., 2007 ; Liu et al., 2007).

Ορισμένοι βέβαια διατείνονται ότι εκτός από την αύξηση της απόδοσης και την εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών το έξυπνο σπίτι υπόσχεται ασφάλεια έναντι κινδύνων και αξιοπιστία στην υποστήριξη ευάλωτων ατόμων (Orpwood et al., 2008). Επιπρόσθετα πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι η τεχνολογία έξυπνων σπιτιών μπορεί να βελτιώσει αισθητά το ανθρώπινο βιοτικό επίπεδο, διαμορφώνοντας μία καλύτερη και πιο λειτουργική καθημερινότητα. Πιο συγκεκριμένα, προσφέρεται μεγάλη ευκολία κινήσεων και αυτοματοποιημένων λειτουργιών, ενώ παράλληλα παρέχονται αξιοσημείωτες δυνατότητες τηλεπρόσβασης, αφού οι ιδιοκτήτες μπορούν να ελέγξουν το σπίτι τους από απόσταση (Marsa-Maestre et al., 2008 ; Mohammed, 2015).

Ωστόσο για κάποιους υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις που πρέπει να ξεπεραστούν αναφορικά με την εφαρμογή των έξυπνων σπιτιών. Για παράδειγμα, μία παράμετρος που θα

πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι το κόστος στην κατασκευή έξυπνου σπιτιού και δικτύου (Reinisch et al., 2011). Επιπλέον, μία απαραίτητη προϋπόθεση για την συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η άρτια προσαρμογή και ενσωμάτωση του συστήματος στις ανάγκες των ιδιοκτητών (Riley, 2011). Επίσης, τίθεται ως κεντρικό ζήτημα η αξιοπιστία στην λειτουργία των διασυνδεδεμένων συσκευών του δικτύου, η ποιότητα της λειτουργικότητας που προσφέρει και η συμβατότητά του με τις εξελιγμένες συσκευές νέας γενιάς. Τέλος, ορισμένοι συμπεριλαμβάνουν στις προκλήσεις το θέμα της προστασίας των προσωπικών δεδομένων που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές του δικτύου (Tanaka et al., 2012).

2.8 Κατασκευή κτιρίων με τρισδιάστατους εκτυπωτές (3D printers).

Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις έχουν να επιδείξουν μία νέα δυναμική στον κατασκευαστικό χώρο, η οποία προσανατολίζεται στην δημιουργία σπιτιών με την μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης (De Schutter et al., 2018). Πιο συγκεκριμένα, η τρισδιάστατη εκτύπωση δίνει την δυνατότητα δημιουργίας σπιτιών και κτιριακών μοντέλων με την χρήση τσιμέντου και άλλων υλικών κάτι που μπορεί να περιορίσει την χρονική διάρκεια του συνολικού έργου και να μειώσει το κόστος κατασκευής, αυξάνοντας παράλληλα τα επίπεδα καινοτομίας (Hager et al., 2016). Επιπλέον σύμφωνα με τους Duballet et al. (2017) οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές μπορούν να αξιοποιηθούν σε περιπτώσεις που δεν ενδείκνυται η χρήση συμβατικών τρόπων

Η εν λόγω τεχνολογία στηρίζεται στην δημιουργία φυσικών χωρικών αντικείμενων μέσα από την αξιοποίηση προγραμμάτων, λογισμικών και τρισδιάστατων εκτυπωτών νέας γενιάς (Pacewicz et al., 2018). Αναλυτικότερα, διατίθενται διαφορετικές τεχνικές εκτύπωσης με

σημαντικότερες εκείνες της τεχνολογίας Fused Deposition Modeling ή αλλιώς FDM και της στερεολιθογραφίας (De Schutter et al., 2018).

Αρχικά, η FDM άρχισε να αναπτύσσεται το 1992 και εν προκειμένω θεωρείται κατάλληλη για τον σκοπό της κατασκευής κτιρίων, καθώς διακρίνεται για το θετικό της πρόσημο ανάμεσα στην τιμή και την απόδοση σε σχέση αντίστοιχες πρακτικές. Η μέθοδος προϋποθέτει την κίνηση μεταξύ των τριών αξόνων, εναποθέτοντας την αποτελεσματικότητά της στην υψηλή ποιότητα τήξης και σχηματισμού ειδικών αλλεπάλληλων στρώσεων που δημιουργούν το προσδοκώμενο αποτέλεσμα του αντικειμένου (Hager et al., 2016).

Ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν ότι ένα βασικό μειονέκτημα της τεχνολογίας είναι οι περιορισμένες δυνατότητες αποτύπωσης λεπτομερειών στα αντικείμενα. Ωστόσο, τα αντικείμενα αυτά μπορούν να χαρακτηριστούν από αξιοσημείωτη ανθεκτικότητα, ενώ είναι διαθέσιμα για αξιοποίηση δίχως να χρειάζονται κάποιου είδους πρόσθετης επεξεργασίας. Επιπρόσθετα, η διαρκώς αυξανόμενη πρόοδος της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην παραγωγή νέων υλικών που μπορούν να προσδώσουν ξεχωριστά είδη ιδιοτήτων στα τελικά αντικείμενα (Han, et al., 2015 ; Lim et al., 2018).

Στην δεύτερη κατηγορία μεθόδων ανήκει η στερεολιθογραφία ή SLA, η οποία έκανε για πρώτη φορά την εμφάνισή της το 1986. Πρόκειται για μία μέθοδο που αξιοποιεί υγρές ρητίνες μέσα από την προηγμένη τεχνολογία laser – φωτοπολυμερισμού, ενώ όπως υποστηρίζεται διακρίνεται για την υψηλή της ακρίβεια στο τελικό αποτέλεσμα (Malaeb et al., 2019). Για την ακρίβεια, η διαδικασία φωτοπολυμερισμού δημιουργεί αλλεπάλληλα πολύ λεπτές στρώσεις ρητίνης, οι οποίες ενσωματώνονται η μία πάνω στην άλλη και στερεοποιούνται, ολοκληρώνοντας την τρισδιάστατη εκτύπωση αντικειμένων (Duballet et al., 2017). Οι Hager et al. (2016) επισημαίνουν την εξαιρετική ποιότητα και την λεπτομέρεια στα αντικείμενα

στερεολιθογραφίας, ενώ συμπληρώνουν ότι τα υλικά ρητίνης προσδίδουν ελαστικότητα και αντοχή στα τρισδιάστατα αντικείμενα.

Γενικότερα πάντως υποστηρίζεται ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση προϋποθέτει τη χρήση εκτυπωτών νέας γενιάς και την αξιοποίηση κατάλληλων ειδικών υλικών για την υλοποίηση του κατασκευαστικού έργου. Ως εκ τούτου, για κάθε διαφορετική περίπτωση χρησιμοποιούνται και τα αντίστοιχα υλικά που εξασφαλίζουν τις αναγκαίες ιδιότητες στα αντικείμενα π.χ. θερμικές, χημικές κ.α. (Lim et al., 2018). Έτσι, ανάλογα με την περίσταση και την υφιστάμενη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αντικειμένων, τα υλικά που θα αξιοποιηθούν μπορεί να βρίσκονται σε υγρή μορφή (ρητίνες), σε μορφή στερεών φύλλων (μέταλλα, πλαστικά, χαρτιά κ.α.), σκόνης (γύψος, κεραμικά, μέταλλα κ.α.) λειωμένου υλικού (ξύλο, πλαστικό κ.α) ή νήματος (κεραμικά κ.α.) (De Schutter et al., 2018 ; Malaeb et al., 2019 ; Xia et al., 2018).



Εικόνα 34. Κατασκευή σπιτιών με εκτυπωτές 3D

Ανακτήθηκε από: <https://all3dp.com/2/3d-printed-house-big-thing/>

Σχετικά με την χρήση κεραμικών υλικών εκτύπωσης διακρίνονται για την ανθεκτικότητά τους σε ακραίες θερμοκρασίες και τις δυνατότητες ανακύκλωσης, ωστόσο παρουσιάζουν μειονεκτήματα ως προς την ευθραυστότητά τους (Lim et al., 2018). Ακόμη υλικά όπως ο πολύχρωμος αμμόλιθος μπορούν να αξιοποιηθούν για την δημιουργία τρισδιάστατων πολύχρωμων οπτικών αντικειμένων, τα οποία όμως δεν θεωρούνται κατάλληλα για πιο πρακτικές λειτουργίες (Xia et al., 2018). Παρόμοια χρήση με εκείνη του πολύχρωμου αμμόλιθου παρουσιάζει το υλικό Laybrick, το οποίο αποτελείται από co-polyesters και αλεσμένη κιμωλία και εφαρμόζεται κυρίως στην για αισθητικούς σκοπούς π.χ. γλυπτά (Nerella et al., 2019).

Ορισμένα από τα πιο διαδεδομένα υλικά εκτύπωσης που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα είναι το High Impact Polystyrene και η πολυβινυλική αλκοόλη, τα οποία είναι υδροδιαλυτά και βιοδιασπώμενα (Paul et al., 2018). Επίσης, κάποια άλλα υλικά όπως το Alumide που εμπεριέχει αλουμίνιο και πολυαμίδιο και το ακρυλικό (μεθακρυλικό πολυμεθύλιο) επιλέγονται συχνά λόγω της μεγάλης τους αντοχής στην κρούση (Pacewicz et al., 2018).

Αντίστοιχα, διάφορα θερμοπλαστικά υλικά όπως το πολυκαρμπονικό και το PLA βρίσκουν συχνά εφαρμογή στις κατασκευές ως υλικά εκτύπωσης λόγω των μοναδικών τους ιδιοτήτων όπως η αντοχή και η ακαμψία. Μάλιστα αξίζει να αναφερθεί ότι τα PLA είναι βιοδιασπώμενα υλικά με φιλική διάθεση για το περιβάλλον (Hager et al., 2016). Επιπλέον υλικά ξύλου όπως το Timberfill και το Woodfill, τα οποία προέρχονται από μείγματα ανακυκλωμένου ξύλου και υπολειμμάτων PLA, βρίσκουν εφαρμογή σε διάφορους τομείς κατασκευών και διακόσμησης (Ghaffar, et al., 2018).

Μία ξεχωριστή κατηγορία κατασκευαστικών υλικών που μπορούν να συμπεριληφθούν στην διαδικασία εκτύπωσης 3D είναι τα μέταλλα με εφαρμογές στην προσθετική κατασκευή.

Έτσι, μέταλλα όπως το τιτάνιο, το αλουμίνιο, ο ανοξείδωτος χάλυβας, ο χαλκός, ο σίδηρος, ο χρυσός, το ασήμι κ.α. τείνουν να χρησιμοποιούνται συχνά μέσα από την τεχνολογία εκτύπωσης (Gosselin et al., 2016).

Βέβαια, η πιο συνηθισμένη κατηγορία δομικών υλικών στην προσθετική κατασκευή είναι τα αδρανή υλικά και συγκεκριμένα το σκυρόδεμα. Αναλυτικότερα, η εκτύπωση σκυροδέματος απαιτεί συγκεκριμένες τεχνικές εξώθησης, ενώ εξαιτίας του γεγονότος ότι αποτελεί εύθραυστο υλικό με περιορισμένες αντοχές εφελκυσμού, γίνονται διαρκείς προσπάθειες για την ενδυνάμωσή του με οπλισμένο σκυρόδεμα, προκειμένου να εξασφαλιστεί σταθερότητα και ολκιμότητα στις σύγχρονες κατασκευές (Duballet et al., 2017 ; Gosselin et al., 2016).



Εικόνα 35. Σπίτι κατασκευασμένο από εκτυπωτή 3D

Ανακτήθηκε από: <https://www.economist.com/science-and-technology/the-rise-of-3d-printed-houses/21803667>

Πάντως μολονότι τα στοιχεία της τρισδιάστατης εκτύπωσης δεν δείχνουν να παρουσιάζουν σημαντικά προβλήματα και δυσκολίες, αρκετοί ειδικοί επισημαίνουν ότι ακόμη απαιτούνται έρευνες προς αυτή την κατεύθυνση, δεδομένου πως η εν λόγω τεχνολογία αποσκοπεί κυρίως στην υποστήριξη των υφιστάμενων κατασκευαστικών μεθόδων. Ωστόσο, η ραγδαία ανάπτυξη των εκτυπώσεων δίνει διαφορετική οπτική στην αξιοποίηση πόρων, στηριζόμενη κατά κοινή ομολογία στην αυτοματοποίηση των εργασιών (Ghaffar et al., 2018).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Σύγχρονες μορφές εκπαίδευσης για τα γνωστικά αντικείμενα των πολιτικών μηχανικών

3.1 Η ανάγκη επιμόρφωσης σε προγράμματα που απασχολούν τα αντικείμενα των πολιτικών μηχανικών

Γίνεται κατανοητό ότι οι ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα των κατασκευών και οι σύγχρονες ανάγκες που διαρκώς πληθαίνουν γεννούν την ανάγκη για μεγαλύτερη εξειδίκευση, κατάρτιση και εμπάθунση στα ζητήματα που πλαισιώνουν το αντικείμενο των μηχανικών. Πιο συγκεκριμένα, η φύση του κλάδου συνιστά την διαρκή ενημέρωση και μετεκπαίδευση σε οτιδήποτε νέο και πρωτοποριακό αναδεικνύεται μέσα από τα επιτεύγματα της επιστήμης και της αγοράς (Dias et al., 2006).

Υποστηρίζεται ότι τα σύγχρονα και ασύγχρονα μέσα εξειδίκευσης και μετεκπαίδευσης όπως τα σεμινάρια, οι διαλέξεις, οι ενημερωτικές ημερίδες, οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες και οι τηλεδιασκέψεις συμβάλλουν στην διαρκή επιμόρφωση ειδικών, ερευνητών, φοιτητών και επαγγελματιών, παρέχοντάς τους υψηλή κατάρτιση και αναγνωρισμένες πιστοποιήσεις. Έτσι, μπορούν να διαμορφωθούν εκπαιδευτικά προγράμματα που μπορούν να εντάξουν θεωρητικά και πρακτικά τους μηχανικούς στις νέες τάσεις (Sanchez-Ramos et al., 2018).

Αρχικά η εμπάθунση σε θέματα πολεοδομικών κατασκευών θα μπορούσε να παρέχει εξειδικευμένες γνώσεις στους συμμετέχοντες αναφορικά με την ποιότητα αντοχής των υλικών, τον τρόπο εφαρμογής τους και τα προηγμένα εργαλεία που αξιοποιούνται στις κατασκευές (De

Laubier et al., 2018). Επιπλέον υποστηρίζεται ότι οι συμμετέχοντες μπορούν να αποκτήσουν ακριβή εικόνα για το κόστος κατασκευής, τους απαραίτητους πόρους, καθώς επίσης και την σχετική νομοθεσία. Αντίστοιχα, μπορούν να ενημερωθούν τους νέους κινδύνους από την απόθεση αποβλήτων και την αντιμετώπισή τους με τα πιο εξελιγμένα συστήματα ανακύκλωσης (Caro et al., 2003).

Εξίσου σημαντική θεωρούνται τα επιμορφωτικά προγράμματα με θέμα τον αιεφόρο σχεδιασμό σε κτίρια, κάτι που υποστηρίζει τον μηχανικό να συνειδητοποιήσει την αξία της αιεφορίας, αναδεικνύοντας καινοτόμους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίοι είναι φιλικοί για το φυσικό περιβάλλον (Φλογαίτη, 2006). Σύμφωνα με ειδικούς η εμπάθυνση και η επιπλέον κατάρτιση στην αιεφορική και βιοκλιματική αρχιτεκτονική παραθέτει την ευκαιρία επαφής με τις δυνατότητες ενός ολοκληρωμένου κτιριακού σχεδιασμού που θα βασίζεται στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μέσω τεχνολογιών νέας γενιάς (Abrahamse et al., 2005 ; Dias et al., 2006).

Απαραίτητη μπορεί να θεωρηθεί ακόμη η διαδραστική παρακολούθηση επιμορφωτικών προγραμμάτων που εστιάζουν στην καινοτομία της πράσινης γειτονιάς με την άμβλυνση των αρνητικών περιβαλλοντικών συνεπειών και την διαμόρφωση αυτόνομων ενεργειακών συστημάτων (Dias et al., 2004). Από την άλλη πλευρά η εξειδίκευση μπορεί να συστήσει στους εμπλεκόμενους εξελιγμένα λογισμικά προσομοίωσης που θα τους επιτρέψουν να εκπονήσουν καινοτόμους ενεργειακούς σχεδιασμούς αποδοτικών κτιρίων σύμφωνα με τις κοινοτικές οδηγίες που εκφράζουν τόσο τα ευρωπαϊκά, όσο και τα διεθνή πρότυπα (Pereiro-Barceló & Meléndez, 2018).

Ένα ακόμη αναπόσπαστο κομμάτι της κατάρτισης των μηχανικών αποτελεί η απόκτηση γνώσεων αναφορικά με την καινοτομία έξυπνων σπιτιών και δικτύων που έχει αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο (Sinopoli, 2006). Ο Mozer (2005) εκτιμά ότι η μελέτη της τεχνολογίας

των έξυπνων σπιτιών μπορεί να βοηθήσει τους εμπλεκόμενους πολιτικούς μηχανικούς να αποκτήσουν νέες τεχνικές γνώσεις, να εξοικειωθούν με την μεθοδολογία των έξυπνων δικτύων και να κατανοήσουν την λογική των προσφερόμενων αυτοματισμών. Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να επικεντρώνοντας την προσοχή τους στην αξιοποίηση τεχνολογικών επιτευγμάτων νέας γενιάς, στην παροχή ασφάλειας, στις δυνατότητες αποθήκευσης ενέργειας και στην πρόληψη δυσάρεστων προβλημάτων (Wang, 2010).

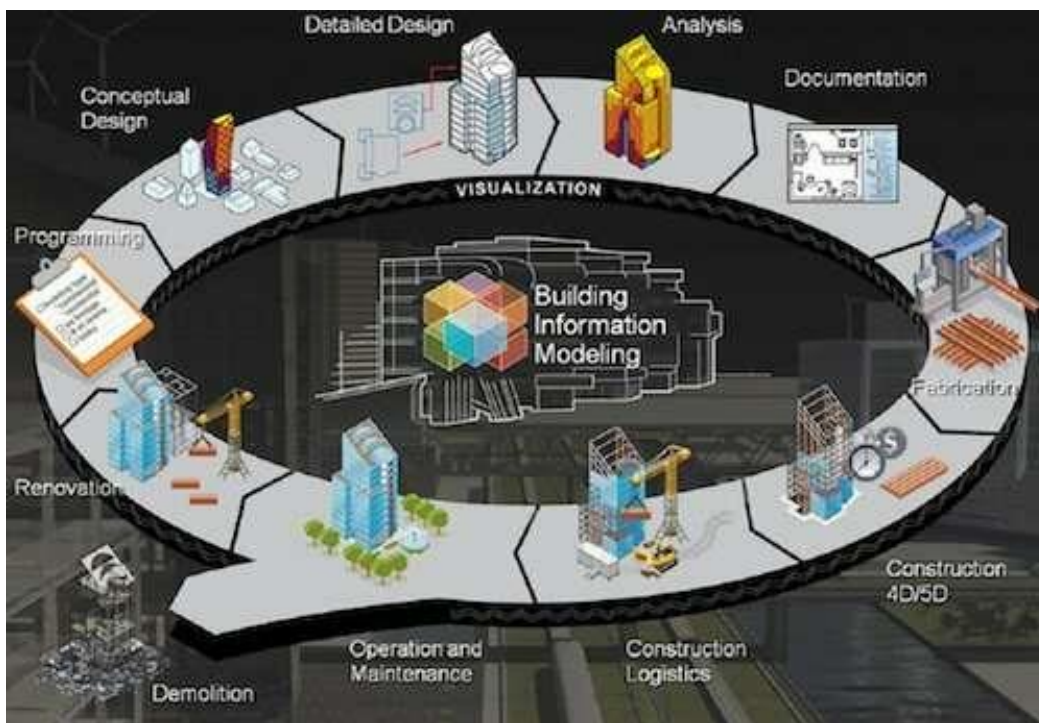
Το ζήτημα αυτό χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα κρίσιμο δεδομένου ότι επιθυμητός μελλοντικός στόχος είναι ένας ευρύτερος σχεδιασμός που θα αφορά υπερσύγχρονες κατασκευές έξυπνων και βιώσιμων πόλεων. Με αφορμή τη θέση αυτή αρκετοί ερευνητές διατείνονται ότι η διαρκής επιμόρφωση και η εμπάθυνση στις νέες τάσεις της αγοράς κρίνεται απαραίτητη για την ανταπόκριση στις επερχόμενες προκλήσεις στον κατασκευαστικό χώρο (Abrahamse et al., 2005 ; Caro et al., 2003 ; Dias et al., 2004).

3.1.1 Η περίπτωση της BIM

Από την βιβλιογραφία επισημαίνεται ότι τα τελευταία χρόνια έχει κάνει την εμφάνισή της μια πρωτοποριακή μεθοδολογία στον σχεδιασμό κτιριακών κατασκευών, η οποία βασίζεται στην αξιοποίηση ψηφιακών παραμετρικών μοντέλων νέας γενιάς (Peterson et al., 2011). Η προσέγγιση αυτή, γνωστή και ως BIM (Building Information Modeling) προέκυψε από την πρόοδο της τεχνολογίας και της επιστήμης στον χώρο των κατασκευών, αποσκοπώντας στον ολοκληρωμένο σχεδιασμό (Bilal et al., 2015).

Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία για την τεχνολογία BIM είναι η δυνατότητα αναπαράστασης του συνόλου των λειτουργιών σε μια εγκατάσταση μέσω προηγμένων

προγραμμάτων, προκειμένου να διενεργηθεί η μοντελοποίηση του σχεδιαζόμενου έργου (Ahn et al., 2013). Ακόμη, αναφέρεται ότι η μεθοδολογία αυτή μπορεί να εξασφαλίσει την παροχή πληροφοριών και δεδομένων στους εμπλεκόμενους σχετικά με το επίπεδο αντοχής και ανθεκτικότητας, το κόστος κατασκευής, τον απαιτούμενο χρόνο, την θερμική διαπερατότητα και γενικότερα διάφορα στοιχεία που μπορούν να οδηγήσουν στην επίγνωση της κατάστασης, στην πρόληψη λαθών και στην λήψη αποφάσεων (Sacks & Barak, 2010).

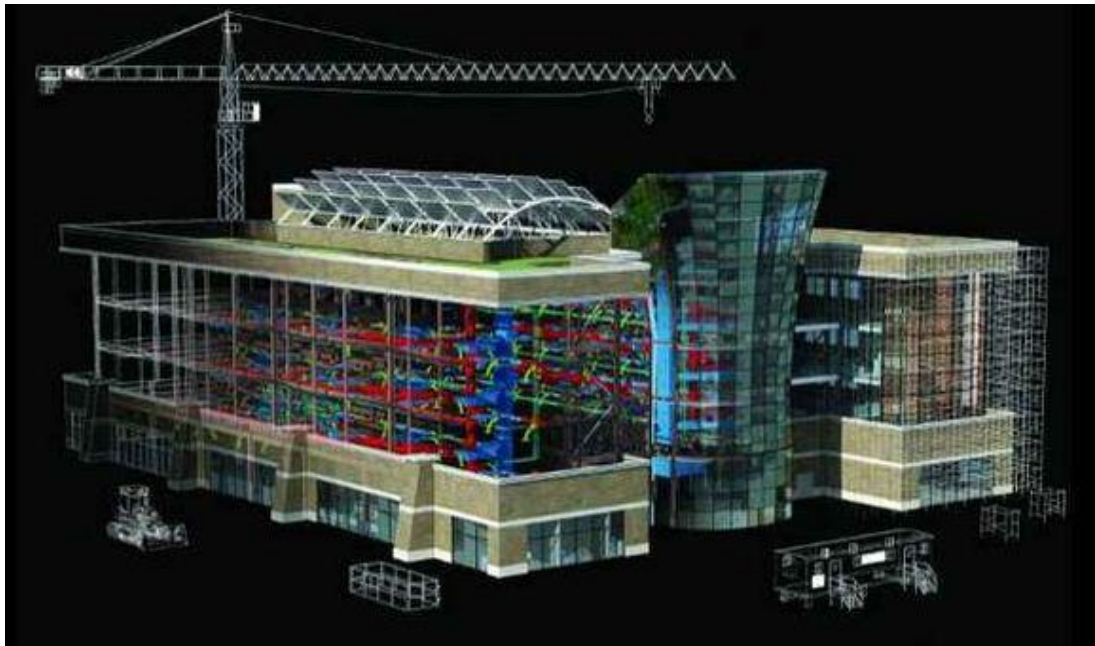


Εικόνα 36. Μεθοδολογία BIM

Ανακτήθηκε από :<https://www.lead-innovation.com/english-blog/building-information-modeling>

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η BIM προϋποθέτει σημαντική κατάρτιση και διαρκείς επιμορφώσεις αφού αξιοποιεί την χρήση τεχνολογίας τριών διαστάσεων. Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα περνά μέσα από διαφορετικές διαβαθμίσεις επιπέδων με το πρώτο να αντιστοιχεί σε εκείνο των δύο διαστάσεων (Barison & Santos, (2010). Κατόπιν

καθίσταται σαφές ότι όσο προχωρά η μελέτη και η έκθεση του έργου στους εμπλεκόμενους το BIM περνά από το ένα επίπεδο στο άλλο. Οι Wong et al. (2011) συμπληρώνουν ότι η συνεχής εκπαίδευση είναι απαραίτητη για τους χρήστες ώστε τα στοιχεία που αναπαρίστανται στις διαστάσεις να γίνονται κατανοητά και να μπορούν να διατυπώνουν τους προβληματισμούς τους.



Εικόνα 37. Μοντέλο BIM

Ανακτήθηκε από: <https://rethinkminnovation.com/what-is-bim/>

Σύμφωνα με τους Denzer και Hedges (2008) το στοίχημα της μεθοδολογίας BIM είναι να επιλυθούν λάθη και προβλήματα στον κτιριακό σχεδιασμό προτού προλάβουν να εκδηλωθούν στο μέλλον. Επιπλέον, μέσα από την συνεργασία των εμπλεκόμενων και την παρατήρηση των διαβαθμισμένων διαστάσεων επιδιώκεται η έκφραση ιδεών αναφορικά με τρόπους επίσπευσης των έργων και περιορισμού των εξόδων (Sacks & Barak, 2010). Τέλος, επισημαίνεται ότι οι αναπαραστάσεις πολλαπλών διαστάσεων στους συμμετέχοντες μπορεί να οδηγήσει στη

δημιουργία κτιριακών εγκαταστάσεων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής (Barison & Santos, 2010 ; Bilal et al., 2015).

3.2 Εκπαίδευση και κατάρτιση με διαδραστικές πλατφόρμες

Σε προηγούμενο κεφάλαιο αναφερθήκαμε σε μία από τις μεγαλύτερες κατασκευαστικές καινοτομίες που αφορά την δημιουργία έξυπνων σπιτιών με σκοπό την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου με την παροχή άνεσης και ασφάλειας στην καθημερινότητα των ανθρώπων (Vermesan & Friess, 2013). Έτσι, διαπιστώθηκε ότι κάποια από τα πλεονεκτήματά της τεχνολογίας αυτής είναι το άνοιγμα της πόρτας με τη βοήθεια εφαρμογών, η ενεργοποίηση του φωτισμού μέσω αισθητήρων, η απομακρυσμένη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών κ.α. (Reinisch et al., 2011).

Καθίσταται σε αυτό το σημείο σαφές ότι η διαδικασία μετασχηματισμού του συμβατικού ενεργειακού συστήματος σε μία έξυπνη και αυτοματοποιημένη λειτουργία συνιστά την καλύτερη δυνατή εκπαίδευση των μηχανικών, προκειμένου να ανταπεξέλθουν σε αυτές τις καινούργιες προκλήσεις (Mozer, 2005). Γενικότερα, επισημαίνεται ότι η εξοικείωση με την θεματολογία του έξυπνου σπιτιού και δικτύου προϋποθέτει νέες διδακτικές μεθόδους που βασίζονται στην ευρηματικότητα και την κριτική σκέψη των εμπλεκόμενων (Molina et al., 2019 ; Riley, 2011).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, η εξέλιξη της τεχνολογικής προόδου φέρνει στο προσκήνιο διαδραστικές πλατφόρμες, βιωματικές εκπαιδευτικές μεθόδους, ασκήσεις σε εργαστήρια, πρωτότυπα περιβάλλοντα και άλλες διδακτικές πρακτικές που στηρίζονται κατά κύριο λόγο στην ηλεκτρονική μάθηση (Kotsamporopoulos et al., 2017). Πιο συγκεκριμένα, ένα προηγμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που συναντάται όλο και περισσότερο τα τελευταία

χρόνια είναι το MOOCs ή αλλιώς τα Μαζικά Ανοικτά Ηλεκτρονικά Μαθήματα με έμφαση στην ευέλικτη εκπαίδευση (Cadoux, 2017).

Όπως επισημαίνεται από αναλυτές το MOOCs είναι ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα e-learning κατάλληλα προσαρμοσμένο στις ανάγκες και τις απαιτήσεις έξυπνων σπιτιών και δικτύων, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα ελεύθερης πρόσβασης σε ένα διαδραστικό εκπαιδευτικό υλικό που χαρακτηρίζεται από ευελιξία, αξιοπιστία και προσανατολισμό στις νέες τάσεις (Carrera & Ramírez-Hernández, 2018).

Όσον αφορά το περιεχόμενο του προγράμματος επισημαίνεται ότι αποτελείται από πλήθος ευέλικτων εργασιών, ερωτηματολογίων, σημειώσεων, διαλέξεων, ενώ παρέχεται η δυνατότητα ενδοεπικοινωνίας με σκοπό τον διαμοιρασμό εμπειριών και γνώσεων σχετικά με το ζήτημα των έξυπνων σπιτιών (Cadoux, 2017). Επίσης, μέσα από την πλατφόρμα προσφέρεται πλούσιο οπτικοακουστικό υλικό και συχνά αξιοποιούνται διαδραστικές πρακτικές όπως η παιχνιδοποίηση, την οποία θα δούμε αναλυτικά παρακάτω (Carrera & Ramírez-Hernández, 2018).



Εικόνα 38. Βιωματικές εκπαιδευτικές πρακτικές

Ανακτήθηκε από: <https://www.ice.org.uk/eventarchive/how-immersive-tech-can-enhance-design>

Επιπλέον αναφέρεται ότι αυτή η εκπαιδευτική διαδικασία έχει τη δυνατότητα να συνδυαστεί με συνεργατικά εργαλεία ή τύπους διαδραστικών Notebooks, παρέχοντας την ευκαιρία στους χρήστες να συνεργάζονται με άλλους ειδικούς σε παγκόσμια κλίμακα (Kotsampropoulos et al., 2017). Οι Chaing et al. (2014) συμπληρώνουν ότι η αξιοποίηση αντίστοιχων διαδραστικών πόρων που περιλαμβάνουν εκτός των άλλων εικόνες, εκφωνήσεις και επεξηγηματικά κείμενα, μπορεί να συμβάλλει στην εξοικείωση με την πρακτική εφαρμογή των θεωριών.

3.3 Μέσα Virtual Reality και επαυξημένη πραγματικότητα

3.3.1 Μέσα εικονικής πραγματικότητας (VR) και εργαλεία 3D

Η ραγδαία τεχνολογική πρόοδος προσφέρει στις μέρες μας μία σειρά από μέσα που διατίθενται στα χέρια μας, αποσκοπώντας στην διαμόρφωση μιας άνετης, εύκολης και λειτουργικής καθημερινότητας. Πολλοί ερευνητές έχουν αναφερθεί κατά καιρούς στην αξιοποίηση καινοτόμων διαδραστικών μέσων προηγμένης γενιάς, ικανών να συγχωνεύσουν τη αληθινή ζωή με την εικονική πραγματικότητα (Davila-Delgado et al., 2020). Μάλιστα κάποιοι συνηθίζουν να χαρακτηρίζουν την εικονική πραγματικότητα σαν μια καινοτόμο μέθοδο που αποσκοπεί στην φυσική αλληλεπίδραση των ανθρώπων με το τεχνολογικό υλικό και την βαθύτερη επικοινωνία τους με τους υπολογιστές (Zhou & Deng, 2009).

Για την χρήση της εικονικής πραγματικότητας αξιοποιούνται προηγμένα συστήματα προσομοίωσης που μπορούν να αποδώσουν σε πραγματικό χρόνο στο οπτικό πεδίο του χρήστη διάφορα περιβάλλοντα κινούμενων εικόνων και τρισδιάστατων μοντέλων. Το σύνολο των μοντελοποιημένων αναπαραστάσεων απεικονίζεται στον χρήστη μέσα από την διαδικασία της εμπύθισης, η οποία του επιτρέπει να δράσει και να περιπλανηθεί εντός του εικονικού περιβάλλοντος προσομοίωσης (Zhou & Deng, 2009).

Όπως υποστηρίζεται η διαδικασία εμπύθισης προϋποθέτει την αξιοποίηση ενσύρματων γαντιών, ειδικών ακουστικών, κράνους και στερεοσκοπικής οθόνης τοποθετημένης στο κεφάλι του χρήστη, ώστε να είναι σε θέση να μεταβεί στο πλαίσιο του σύνθετου διαδραστικού περιβάλλοντος και να αλληλεπιδράσει με τα προσφερόμενα ερεθίσματα (Noor, 2013). Πιο συγκεκριμένα επισημαίνεται ότι για να αποδοθεί πειστικά η βυθισμένη αίσθηση για την χωρική αντίληψη, η οποία θα κάνει τους συμμετέχοντες να ξεπεράσουν τα προκαθορισμένα όρια του χώρου και του χρόνου, θα πρέπει να δίνεται μεγάλη έμφαση στην αλληλεπίδραση των αισθήσεων (Βοσινάκης, 2015). Το γεγονός αυτό επιδρά θετικά σε εκείνους που λαμβάνουν μέρος στην εικονική εμπειρία, προσφέροντάς τους μοναδικά ερεθίσματα ακοής, αφής και όσφρησης. Ως εκ τούτου οι συμμετέχοντες δεν παρατηρούν παθητικά το εικονικό περιβάλλον, αλλά αντίθετα έχουν την δυνατότητα να επενεργήσουν, καθώς μπορούν να αγγίξουν, να μυρίσουν, ακόμη και να αισθανθούν (Zhou & Deng, 2009).

Με αφορμή τις δυνατότητες που παρέχουν τα τεχνολογικά επιτεύγματα εικονικής πραγματικότητας πολλοί μελετητές προωθούν την αξιοποίησή τους από τους μηχανικούς για την εξοικείωσή τους στις νέες τάσεις της αγοράς (Arnaldi et al., 2018). Ειδικότερα, η δυνατότητα χειρισμού και επεξεργασίας δεδομένων και αντικειμένων σε πρώτο χρόνο μέσα στην τεχνητά πραγματικότητα θεωρείται από πολλούς ένα σημαντικό εργαλείο τεχνητής

διεπαφής με την μοντελοποιημένη εξομοίωση του φυσικού περιβάλλοντος (Davila-Delgado et al., 2020). Από την άλλη βέβαια κάποιοι αντιτείνουν ότι ένα τέτοιο επιχείρημα απαιτεί εκτός των άλλων τον συνδυασμό σύγχρονων μεθοδολογικών προσεγγίσεων και κατάλληλου θεωρητικού υποβάθρου (Li et al., 2018).



Εικόνα 39. Τεχνολογία VR

Ανακτήθηκε από: <https://civilstuds.blogspot.com/2018/08/virtual-reality-technology-used-in.html>

Η αξιοποίηση μεθόδων τρισδιάστατης εκτύπωσης μπορεί να υποστηρίξει τους πολιτικούς μηχανικούς στο να πειραματιστούν σε τρισδιάστατες μακέτες και μοντελοποιημένα εργαλεία 3D που απεικονίζονται σε πραγματικό χρόνο (Noor, 2013). Αυτές οι επιλογές παρέχουν την δυνατότητα απεικόνισης, οπτικοποίησης και αυτονομίας των κατασκευστικών σχεδίων, τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν με ευκολία από τους χρήστες προκειμένου να προσθέσουν λεπτομέρειες και να τους προσδώσουν ακρίβεια (Young et al., 2012).

3.3.2 Επαυξημένη πραγματικότητα και σύγχρονες κατασκευές

Οι τελευταίες έρευνες επισημαίνουν την συμβολή της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας στον τομέα της κατασκευαστικής και ειδικότερα στην εκπαίδευση των μηχανικών. Πρόκειται για ένα σύγχρονο εργαλείο με μεγάλες δυνατότητες που υποστηρίζει την προσπάθεια των μηχανικών να κατανοήσουν τις νέες τάσεις της αγοράς και τα προηγμένα ενεργειακά συστήματα (Arnaldi et al., 2018).

Όπως αναφέρεται η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει είσοδο σε ένα καινοτόμο περιβάλλον, το οποίο προκύπτει από την ταύτιση πραγματικού και εικονικού κόσμου, προσφέροντας στους χρήστες μία μοναδική διαδραστική εμπειρία (Cirulis & Brigmanis, 2013). Η είσοδος επιτυγχάνεται μέσω υπολογιστή, έξυπνου τηλεφώνου ή ειδικών γυαλιών και εντάσσει τους χρήστες σε ένα αληθινό περιβάλλον τριών διαστάσεων, στο οποίο εμπεριέχεται πλήθος εικονικών αντικειμένων (Arnaldi et al., 2018). Με αυτόν τον τρόπο η πρακτική επαυξημένης πραγματικότητας παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων με έναν πιο κατανοητό και λειτουργικό τρόπο (Yoon & Kim, 2015).

Στην περίπτωση των κατασκευών, η εν λόγω μέθοδος μπορεί να αποδειχθεί καθοριστική σε θέματα μελέτης και σχεδιασμού σύγχρονων κτιρίων, αξιοποιώντας τις τεχνολογίες της τρισδιάστατης απεικόνισης (Li et al., 2018). Ως εκ τούτου, τεχνολογικά επιτεύγματα όπως αυτό, μπορούν να συνεισφέρουν στην εκμάθηση των τελευταίων τάσεων και στην ρεαλιστική αξιολόγηση των πολεοδομικών αρχιτεκτονικών σχεδιασμών που θα ανταποκρίνονται στις σύγχρονες ανάγκες (Opriz et al., 2018). Ακόμη, μερικοί αναλυτές υποστηρίζουν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα υποστηρίζει το έργο των νέων μηχανικών, δίνοντάς τους την ευκαιρία να εκτιμήσουν τη νέα κατασκευή και να επιθεωρήσουν τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας (Broschart and Zeile, 2015; Cirulis and Brigmanis, 2013).

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα στην χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας είναι για κάποιους η δυνατότητα τρισδιάστατης οπτικοποίησης υλικών και συστημάτων με ρεαλιστικό τρόπο σε πραγματικό χρόνο (Kim et al., 2015). Οι Broschart και Zeile (2015) συμπληρώνουν ότι το μεγαλύτερο κέρδος αποτελεί η δυνατότητα διαδραστικής περιήγησης σε έναν χώρο προτού ακόμη κατασκευαστεί το κτίριο, πράγμα που μπορεί να οδηγήσει στον εντοπισμό λαθών στα σχέδια, στην πρόγνωση δυσάρεστων καταστάσεων και στην λήψη σωστών αποφάσεων (Li et al., 2018).



Εικόνα 40. Επαυξημένη πραγματικότητα

Ανακτήθηκε από: <https://www.archdaily.com/914501/9-augmented-reality-technologies-for-architecture-and-construction>

Από την άλλη πλευρά μερικοί αντιτείνουν ότι η επαυξημένη πραγματικότητα βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις οι εφαρμογές της περιορίζονται ακόμη σε τρισδιάστατα μοντέλα που περιλαμβάνουν ένα μόνο κτίριο. Όπως επισημαίνουν ένα σημαντικό αγκάθι στην επέκταση της δημιουργίας τρισδιάστατων πόλεων

είναι το υψηλό κόστος μοντελοποίησης ενός τόσο μεγάλου όγκου ψηφιακών δεδομένων (Arnaldi et al., 2018; Oприς et al., 2018).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας έλαβε χώρα στη Γερμανία, με σκοπό την απεικόνιση μελλοντικού κτιρίου σε τρισδιάστατη μορφή. Η συγκεκριμένη εφαρμογή έδινε τη δυνατότητα στους χρήστες να αντικρίσουν εικονικά το σχέδιο σε πραγματικό χρόνο, περπατώντας στον χώρο όπου επρόκειτο να κατασκευαστεί το κτίριο (Broschart and Zeile, 2015).

3.4 Τρόποι εκπαίδευσης και εξοικείωσης των μηχανικών με τις νέες τάσεις της αγοράς

3.4.1 Εκπαίδευση με τη βοήθεια της παιχνιδοποίησης

Κατά κοινή ομολογία η σύγχρονη εκπαίδευση των μηχανικών απαιτεί καινοτόμες πρακτικές και διαδραστικές διδακτικές μεθόδους, ώστε εκείνοι να εφοδιαστούν με τις κατάλληλες γνώσεις και να εξοικειωθούν με τις νέες τάσεις της αγοράς. Το γεγονός αυτό επιτάσσει την ανάγκη ενσωμάτωσης της εκπαίδευσης σε όλες τις ψηφιακές τεχνολογίες που αναπτύσσονται ραγδαία και μπορούν να συμβάλλουν στην αξιοποίηση ενός εύχρηστου ψηφιακού εκπαιδευτικού περιεχομένου (Smith, 2011).

Στην προκειμένη περίπτωση αρκετοί συμφωνούν ότι η εξοικείωση με τα βιντεοπαιχνίδια και την τεχνολογία γενικότερα μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην κατάρτιση, την κατανόηση όρων και την αποθησαύριση γνώσης (Lee & Hammer, 2011). Αναλυτικότερα,

η μία νέα τάση που ακολουθεί αυτή την πορεία είναι η παιχνιδοποίηση και η αξιοποίηση των ηλεκτρονικών παιχνιδιών ως αναπόσπαστο μέρος της καθημερινότητάς των ανθρώπων (Fernandez & Ceacero, 2020).

Η χρήση της παιχνιδοποίησης αφορά στην πρακτική εφαρμογή των παιγνίων και άλλων κατάλληλων μεθόδων σε ποικίλα περιβάλλοντα του εικονικού κόσμου με στόχο την απόκτηση δεξιοτήτων και την λύση προβλημάτων. Μέσα από αυτή την πρακτική οι χρήστες έχουν την ευκαιρία να βιώσουν διαδραστικές εμπειρίες, να επαναφέρουν προηγούμενες γνώσεις και να αποκτήσουν νέες μέσα από την πρόκληση των παιχνιδιών (Maskeliunas et al., 2011).



Εικόνα 41. Εκπαίδευση μέσω *gamification*

Ανακτήθηκε από:

https://store.steampowered.com/app/289950/Construction_Simulator_2015/

Σύμφωνα με μελετητές, η μέθοδος της παιχνιδοποίησης φαίνεται να παρουσιάζει θετικό πρόσημο, αφού παρέχει κίνητρα και διευκολύνσεις τους μηχανικούς, οδηγώντας με μεγαλύτερη άνεση στην μετάδοση νέων γνώσεων (Coller & Shernoff, 2009). Ειδικότερα, ένα

βασικό τους πλεονέκτημα είναι η ευκολία πρόσβασης και οι δυνατότητες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, δεδομένου ότι μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω κινητών, tablet και υπολογιστών (Maskeliunas et al., 2011). Βέβαια, κάποιιοι αντιτείνουν ότι η εν λόγω μέθοδος δεν αρμόζει σε τους τους εκπαιδευτικές λειτουργίες και θα πρέπει να εφαρμόζεται με σύνεση (Smith, 2011).

Μία αξιόλογη προσομοίωση παιχνιδιού είναι η δωρεάν εφαρμογή Stop Disasters, η οποία έχει σχεδιαστεί από μία ειδική ομάδα του ΟΗΕ για να προβληματίσει τους συμμετέχοντες αναφορικά με τους τρόπους ελαχιστοποίησης καταστροφών και αντιμετώπισης δυσάρεστων καταστάσεων (Bernardo et al., 2013).



Εικόνα 42. Stop disasters

Ανακτήθηκε από: <https://www.stopdisastersgame.org/>

Στην περίπτωση παιχνιδιού Cities Skylines: Green Cites οι χρήστες έχουν την δυνατότητα να δοκιμαστούν σε διάφορες προσομοιώσεις ακραίων καιρικών και φυσικών φαινομένων,

εξετάζοντας μεταβλητές που αφορούν τους τύπους υλικών, τις αντοχές των κτιρίων και την ανταπόκριση των υφιστάμενων προδιαγραφών σε σενάρια εκδήλωσης πυρκαγιών, σεισμών κ.α. (Meesters & Walle, 2013).



Εικόνα 43. *Cities Skylines: Green Cites*

Ανακτήθηκε από: <https://www.surajlaghe.com/2017/11/top-5-civil-engineering-games.html>

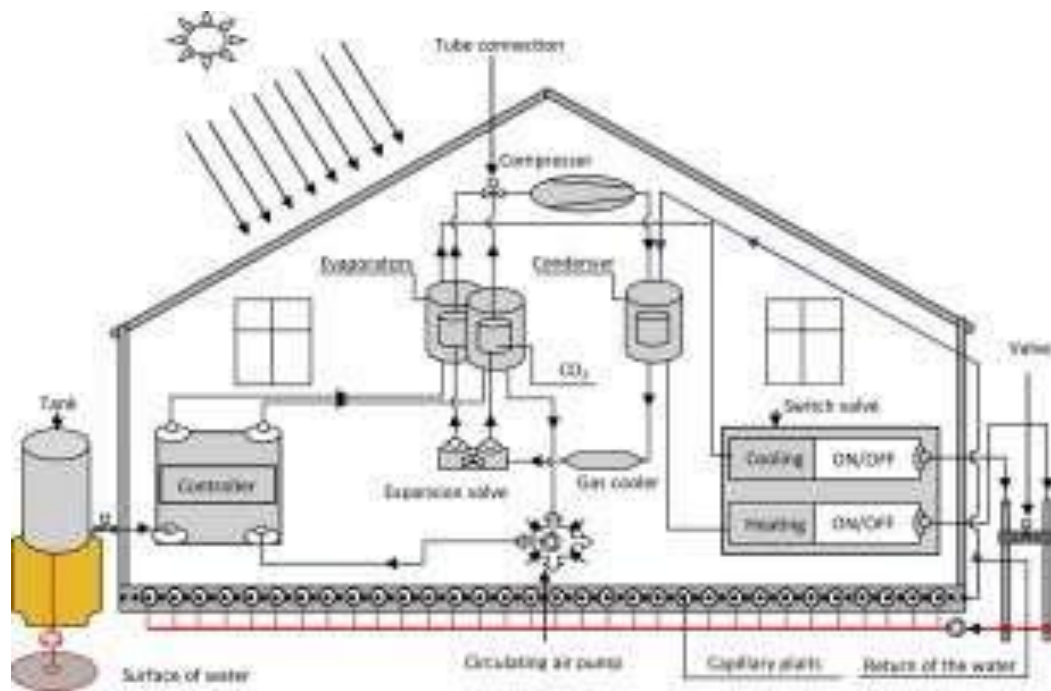
Μία ακόμη δυνατότητα αξιοποίησης της παιχνιδοποίησης παρέχεται από την πλατφόρμα σχεδιασμού Unity της Unity Technologies. Ουσιαστικά, πρόκειται για ένα εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται σε δεκάδες πλατφόρμες και προσανατολίζεται σε πρακτικές επαυξημένης πραγματικότητας μέσα από την αξιοποίηση διαδραστικών μέσων (Craighead et al., 2008). Για την ακρίβεια, το Unity μπορεί να δώσει την ευκαιρία στους μηχανικούς να χρησιμοποιούν τρισδιάστατες πλατφόρμες σχεδιασμού, αξιοποιώντας τις δυνατότητες drag-n-drop της εξειδικευμένης έκδοσης Unity Reflect (Blackman, 2013).

Εντός του πολυεργαλείου Unity, εμπεριέχονται μικρότερα παράθυρα, συμπεριλαμβανομένου αυτού της προβολής παιχνιδιού, μέσα από το οποίο οι χρήστες μπορούν να εξετάσουν την κατάσταση του τρισδιάστατου περιβάλλοντος στο παιχνίδι (Goldstone, 2011). Η εν λόγω έκδοση είναι πρακτική, ευέλικτη και προσαρμοσμένη στις ανάγκες των χρηστών, επιτρέποντας τους να διαμορφώσουν το δικό τους περιβάλλον (Helgason, 2010). Ωστόσο σύμφωνα με τους Mora et al. (2017) για την διασφάλιση των καλύτερων αποτελεσμάτων θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη οι αντικειμενικές συνθήκες, ώστε να διαμορφωθεί ένα δημιουργικό και κατάλληλο περιβάλλον παιχνιδιοποίησης που θα συμβάλλει στην γνώση και την επίλυση προβλημάτων.

3.4.2 Λογισμικά προσομοίωσης και δυνατότητες μοντελοποίησης

Γενικότερα μελέτες αναφέρουν ότι η χρήση λογισμικών προσομοίωσης μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εφόδιο για τους μηχανικούς και τις εκτιμήσεις τους για την ενεργειακή κατάσταση των κτιρίων. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία ένα σύγχρονο εργαλείο υπολογισμών είναι το σύστημα προσομοίωσης TRNSYS, το οποίο αξιοποιείται για την κατανόηση και τον έλεγχο του θερμικού και ενεργειακού συστήματος σε ένα κτίριο (Matthew et al., 2009).

Η προσομοίωση TRNSYS συνιστά την χρησιμοποίηση και την σύνδεση υπορουτίνων, ώστε να σχεδιαστεί ένα σύγχρονο και ολοκληρωμένο σύστημα ενέργειας. Κύριο πλεονέκτημα του λογισμικού είναι η παροχή δυνατοτήτων μοντελοποίησης και σχεδιασμού κτιριακών εγκαταστάσεων, μέσω των οποίων οι χρήστες ορίζουν τις επιλογές τους διαπιστώνοντας τις αντικειμενικές ανάγκες για να καθοριστεί η επιθυμητή θερμική συμπεριφορά της εγκατάστασης π.χ. χαρακτηριστικά των δομικών υλικών (Crawley et al., 2008).



Εικόνα 44. Λογισμικό προσομοίωσης TRNSYS

Ανακτήθηκε από:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890414001599>

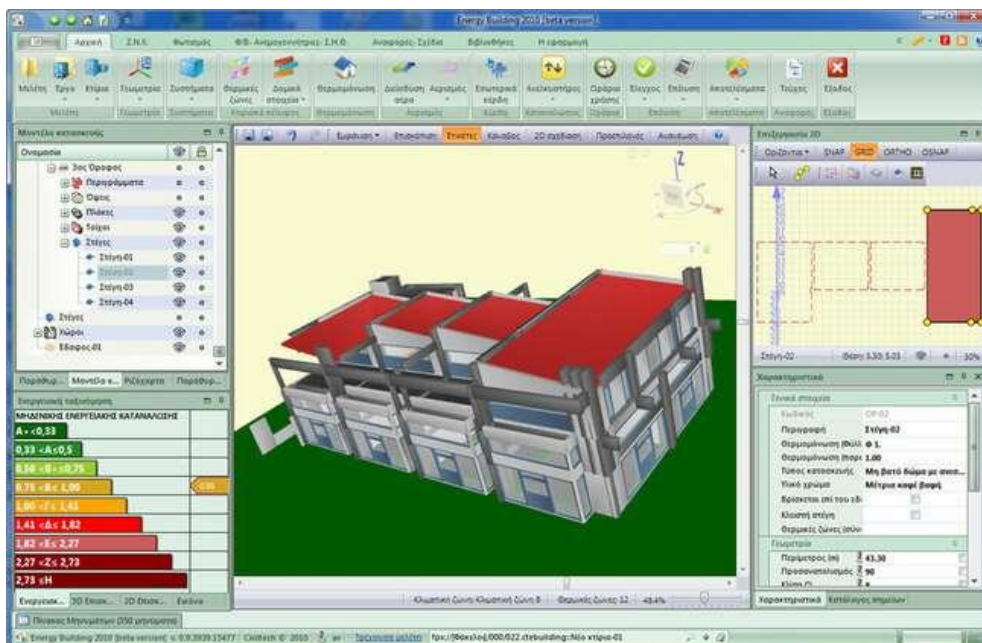
Επιπλέον, το λογισμικό επιτρέπει στους χρήστες να διαμορφώσουν τον εξοπλισμό ψύξης και θέρμανσης μέσα από την δυνατότητα μοντελοποίησης στο πλαίσιο Type 56, προσαρμόζοντας την θερμοκρασία με βάση τις εκτιμήσεις που προκύπτουν από τους ελέγχους που έχουν πραγματοποιήσει (Matthew et al., 2009).

3.4.3 Η εξοικείωση με τα προγράμματα Energy Building CAD και Energy Plus

Πολλοί μελετητές διατυπώνουν την άποψη ότι τα προγράμματα προσομοίωσης είναι πολύ σημαντικά για την εξοικείωση των πολιτικών μηχανικών με τις σύγχρονες κατασκευαστικές τάσεις και την ανάλυση της απόδοσης των ενεργειακών συστημάτων σε ένα κτίριο (Crawley et al., 2005; Juha-Matti, 2003). Πιο συγκεκριμένα, επισημαίνεται το λογισμικό Energy

Building CAD, το οποίο επιτρέπει την μελέτη των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου με σκοπό την αξιολόγηση νέων πρακτικών που μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια σε εγκατάσταση (Yang et al., 2012).

Το Energy Building CAD διακρίνεται για την δυνατότητα προσομοίωσης κάθε τύπου κτιρίου, αφού με την βοήθεια του λογισμικού οι χρήστες κατασκευάζουν και διαμορφώνουν κτιριακά μοντέλα, αξιοποιώντας προεπιλεγμένα δομικά υλικά σε περιβάλλον δύο ή τριών διαστάσεων (Crawley et al., 2005). Παράλληλα, παρέχεται στους χρήστες η δυνατότητα ανάλυσης ενεργειακών κλάσεων, πράγμα μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικά με τον διαχωρισμό των θερμικών ζωνών που αναφέρθηκε παραπάνω (Denzer, & Hedges, 2008). Το γεγονός αυτό μπορεί να οδηγήσει στον καθορισμό της ενεργειακής απόδοσης, του οικονομικού ελέγχου, των λειτουργικών απαιτήσεων, της επάρκειας θερμομόνωσης και της πιθανότητα εκπομπής ρύπων (Yang et al., 2012).



Εικόνα 45. Λογισμικό Energy Building

Ανακτήθηκε από: <https://www.civiltech.gr/Products/Energy/EnergyGallery>

Η εφαρμογή σχεδιασμών Energy Building CAD παρέχει τη δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα προγράμματα προσομοίωσης, όπως το energy plus, το οποίο αποσκοπεί στην ανάλυση των ενεργειακών δυνατοτήτων, εξετάζοντας την απόδοση και την επίδοση των λειτουργικών συστημάτων του κτιρίου π.χ. κλιματισμός, θέρμανση, φωτισμός κ.λ.π. (Crawley et al., 2001). Η λογική της προσομοίωσης energy plus αφορά ουσιαστικά τον έλεγχο της ενεργειακής απόκρισης και συμπεριφοράς των εγκατεστημένων συστημάτων εντός ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος, το οποίο μπορούν να καθορίσουν οι χρήστες. Μάλιστα υποστηρίζεται ότι οι δυνατότητες προσομοίωσης δεν περιορίζονται στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, αλλά και σε ένα ρεαλιστικό έλεγχο του επιπέδου υγρασίας (Fisher et al., 1999).

Για την υλοποίηση του προγράμματος παρέχεται δυνατότητα σχεδιασμού τρισδιάστατων κτιριακών μοντέλων με διαχωρισμένες θερμικές ζώνες, τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν και να ρυθμίσουν οι χρήστες, ανάλογα με τις διαθέσιμες επιλογές (Strand et al., 1999). Ο έλεγχος ολοκληρώνεται με τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων κάθε ζώνης ξεχωριστά, από τον οποίο μπορούν να προκύψουν διαγνωστικά οφέλη που αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας, τις εναλλακτικές επιλογές θέρμανσης, την ρύθμιση της υγρασίας κ.α. (Crawley et al., 2001).

Επίλογος / Συμπεράσματα

Από τα παραπάνω καθίσταται σαφές ότι τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα διαμορφώνουν νέες συνθήκες ορθολογικής διαχείρισης και εξελιγμένων παραγωγικών μεθόδων με μεγαλύτερα οφέλη για τον σχεδιασμό των κτιρίων και λιγότερες επιπτώσεις για το περιβάλλον (Κεσίδου, 2009). Ειδικότερα διαπιστώνεται ότι η πρόοδος αυτή μπορεί να παρέχει μεγαλύτερη ευχέρεια στην επιλογή υλικών προηγμένης τεχνολογίας όπως τα υλικά νανοτεχνολογίας και τα εξελιγμένα υλικά θερμομόνωσης (Munir et al., 2016). Βέβαια, κάτι τέτοιο δεν σημαίνει ότι τα συμβατικά υλικά θα πάψουν να υφίσταται, εντούτοις η δυνατότητα επιλογής περισσότερων εναλλακτικών υλικών, δημιουργεί συνθήκες που γεννούν αισιοδοξία (Κορωναίος, 2015).

Αναμφίβολα η προστασία του περιβάλλοντος είναι ένας αντικειμενικός στόχος, όπως εξίσου σημαντική είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και ο περιορισμός του κατασκευαστικού κόστους. Αυτό προκύπτει κυρίως από την πεποίθηση ότι διατίθεται ενέργεια για αξιοποίηση η οποία όμως παραμένει ανεκμετάλλευτη (Therivel et al., 2013). Στην περίπτωση αυτή τα δείγματα γραφής της υψηλής τεχνολογίας είναι ενθαρρυντικά με αποτέλεσμα ο σχεδιασμός των σύγχρονων κατασκευών να προσανατολίζεται σε πρακτικές ενεργειακής προσέγγισης και βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής (Λάζαρη, 2002). Στην ίδια κατεύθυνση η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας παραθέτει καινοτομίες που αφορούν την δημιουργία έξυπνων σπιτιών και κατ' επέκταση βιώσιμων πόλεων (Reinisch et al., 2011).

Επιπρόσθετα, οι νέες τεχνολογίες παρέχουν δυνατότητα προσομοίωσης και διαδραστικής εξοικείωσης με σκοπό την προετοιμασία του έργου, την επιλογή του κατάλληλου σχεδιασμού και την αποφυγή λαθών που σε αντίθετη περίπτωση θα ήταν αναπόφευκτα. Ακριβώς αυτές οι πρωτοποριακές πρακτικές είναι που μπορούν να υποστηρίξουν το έργο των πολιτικών

μηχανικών, εφοδιάζοντάς τους με γνώσεις και ιδέες μέσα από προηγμένα λογισμικά και προγράμματα βιωματικής εκπαίδευσης (Broschart & Zeile, 2015; Molina et al. 2019).

Συμπερασματικά, η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών είναι πολύ σημαντική για την διεκπεραίωση των σύγχρονων κατασκευαστικών έργων, όμως αυτό δεν σημαίνει ότι μπορούμε να αποκλείσουμε την ύπαρξη λαθών στο τελικό αποτέλεσμα και την διαπίστωση ενδεχόμενων αποκλίσεων ανάμεσα στον ρεαλιστικό σχεδιασμό κτιρίων και τα λογισμικά προσομοίωσης.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Addington, D., Schodek, D. (2005). «Smart Materials and New Technologies», *Architectural Press*, p.45,163,170-175
- Abrahamse, W., Steg, L., Vlek, C., Rothengatter, T. (2005). A review of intervention studies aimed at household energy conservation. *Journal of Environmental Psychology*, 25, 273–291.
- Ahn, Y.H., Cho, C.S., Lee, N.H. (2013). Building Information Modeling: Systematic course development for undergraduate construction students. *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.*, 149, 290–300.
- Ali, A., Gabr, A., El-Badawy, S., Shwally, S. (2016). «Procedia Engineering», *Scientific Journal, «Using blends of construction and demolition waste materials and recycled clay masonry brick in 83 pavement»*, ICTG, Volume 143, P.1317-1324, Publisher Elsevier Ltd.
- Almeida, M. Dias, A. Demertzi, M., Arroja, L. (2015). Contribution to the development of product category rules for ceramic Bricks, *Journal of Cleaner Production* 92, p. 206-215
- Al-Sumaiti, A., Ahmed, M., Salama, M. (2014). Smart Home Activities: A Literature Review. *Electric Power Components and Systems*, 42(3-4), 294-305.
- Al-Qutayri, M., Barada, H., Al-Mehairi, S., Nuaimi, J. (2008). «A Framework for an End- to-End Secure Wireless Smart Home System», *IEEE Systems Conf.*, pp. 1-7
- Anderson, J., Shiers, D., Steele, K. (2009). *The Green Guide to Specification*. 4th Edition.
- Anker, H., Jørgensen, M. (2015). *Mapping of the legal framework for siting of wind turbines – Denmark, Denmark*. Frederiksberg: Department of Food and Resource Economics, University of Copenhagen.
- Arabani, M. (2011) «Effect of glass cullet on the improvement of the dynamic behaviour of asphalt concrete», Elsevier Science Publishers, *Construction and Building Materials* 25/3, 1181-1185
- Archer, C., Jacobson, M. (2005). Evaluation of Global Wind Power, *Journal of Geophysical Research*, 110.
- Arnaldi B., Guitton P., Moreau G. (2018), “Virtual reality and augmented reality myths and realities”, Newark John Wiley & Sons Ann Arbor, Michigan Proquest, pp. 1-60.
- Balasubramanian, K., Cellatoglu, A. (2008). "Improvements in Home Automation Strategies for Designing Apparatus for Efficient Smart Home," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 54, No. 4, pp. 1681-1687.

- Balta-Ozkan, N., Boteler, B., Amerighi, O. (2014). European smart home market development: Public views on technical and economic aspects across the United Kingdom, Germany and Italy. *Energy Research and Social Science*, 3, 65-77.
- Barison, M., Santos, E. (2010). "BIM teaching strategies: an overview of the current approaches." Computing in Civil and Building Engineering.
- Behnoosh, M., Hamid, R., Saeid, P. (2014). Architecture Building Sustainability Regarding Smart Materials, *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, Volume 4, Issue 4.
- Bernardo, K., Cannabrava, M., Trystyn, K., Michelle, C., Molly, E., Joseph, T., Bernardo, B., Gomes, J., James, H. (2013). *Evaluating Preparedness and Resilience Initiatives for Distressed Populations Vulnerable to Disasters in Rio de Janeiro, Brazil - Published in Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS) IEEE*, pg 58-63, ISBN 978-1-4673-5662-6, Charlottesville, VA, april, 2013
- Bierhoff, I., Van Berlo, A., Abascal, J., Allen, B., Civit, A., Fellbaum, K., Kemppainen, E., Bitterman, N., Freitas, D., Kristiansson, K. (2007). *Smart home environment*. In: P Roe, editor. Towards an inclusive future. p. 110-156.
- Bilal, M., Oyedele, L.O., Qadir, J., Munir, K., Akinade, O.O., Ajayi, S.O., Alaka, H.A., Owolabi, H.A. (2015). Analysis of critical features and evaluation of BIM software: Towards a plug-in for construction waste minimization using big data. *Int. J. Sustain. Build. Technol. Urban Dev.* 6, 211–228.
- Blackman S., (2013). "Beginning 3D Game Development with Unity 4: All-in-One, Multi-Platform Game Development", Springer Science+Business Media LLC, New York, USA
- Bozic, J. (2015). *Nanoinsulation materials for energy efficient buildings*. Contemporary Materials (Renewable energy sources) , VI-2, pp. 149-159.
- Broschart, D., Zeile, P. (2015). "ARchitecture – Augmented Reality in Architecture and Urban Planning", University of Kaiserslautern, Kaiserslautern, Germany
- Butera S., Trapp S., (2015). *Environmental Impact Assessment of Recycling of Construction and Demolition waste*. Technical University of Denmark, DTU Environment
- Cadoux, F. (2017). «MOOC - Smart Grids: the electric grids at the heart of the energy transition», 27th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Grenoble, France, 2017, pp. 1-5.
- Calabria-Holley, J. & Papatzani, S., (2014). *Effects of nanosilica on the calcium silicate hydrates in Portland cement-fly ash systems*. Advances in Cement Research, 26(1), pp.1–14
- Caro, T., Mulder, M., Moove, M. (2003). Effects of conservation education on reasons to conserve biological diversity. *Biological Conservation*, 114, 143–152.

- Carrera, J., Ramírez-Hernández, D. (2018). *Innovative Education in MOOC for Sustainability: Learnings and Motivations*. Sustainability, 10, 2990.
- Chaing, Y. C., Hsieh, S. H., Liao, W. C., Capart, H. (2014). Civil Engineering Capstone Design Courses Devoted to Structural and Architectural Renovation Projects. *Third International Workshop on Design in Civil and Environmental Engineering*, Danmarks Tekniske Universitet, Denmark, pp. 119-128
- Chouliaropoulos, A. (2011). *Ανάπτυξη δικτύου αισθητήρων και πληροφοριακού συστήματος για τη διαχείριση του «Το έξυπνο σπίτι»*. Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής.
- Cirulis A., Brigmanis K. (2013). “*Procedia Computer Science: 3D Outdoor Augmented Reality for Architecture and Urban Planning*”, Volume 25, pp. 71-79, Elsevier Ltd., Sociotechnical Systems Engineering Institute of the Vidzeme University of Applied Sciences, Valmiera, Latvia.
- Colak I., Sagioglu S., Fulli, G., Yesilbudak, M. (2016). A survey on the critical issues in smart grid technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 396-405.
- Coller, B., Shernoff, D. (2009). “Video game-based education in mechanical engineering: A look at student engagement,” *International Journal of Engineering Education*, vol. 25, no. 2, pp. 308–317
- Collins, F., Lambert, J., Wen Hui Duan (2012). *The influences of admixtures on the dispersion, workability, and strength of carbon nanotube–OPC paste mixtures*. Cement & Concrete Composites, 34;201–207.
- Couto, A., Pedro, J. (2010) *Guidelines to improve Construction and Demolition Waste Management in Portugal*, University of Minho Portugal.
- Craighead J., Burke J., Murphy R. (2008). “Using the Unity Game Engine to Develop SARGE: A Case Study”, *Proceedings of the 2008 Simulation Workshop at the International Conference on Intelligent Robots and Systems*.
- Crawley, D., Hand, J., Kummert, M., Griffith, B. (2005). “Contrasting the Capabilities of Building Energy Performance Simulation Programs.” *Proceedings of Building Simulation 2005*, Montreal, Quebec, Canada, IBPSA, 231-238 pp
- Crawley, D., Winkelmann, F., Lawrie, L., Pedersen, C. (2001). EnergyPlus: New Capabilities in Whole-Building Energy Simulation Program, *Building Simulation, Seventh International IBPSA Conference*, Brazil, 2001.
- Dastjerdi, R., Montazer, M., Shahsavan, S. (2009). *A new method to stabilize nanoparticles on textile surfaces, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 4

- Davila-Delgado, J.M., Oyedele, L., Demian, P., Beach, T. (2020). A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. *Adv. Eng. Inform.* 45, 101122.
- Davidovits, J. (2005). *Geopolymer, green chemistry and sustainable development*. Institut Géopolymère, Saint Quentin, France
- Davidovits, J. (2008). *Geopolymers: Chemistry and Applications*, 2nd edition, Saint-Quentin, France.
- De Laubier, R., Wunder, M., Witthöf, S., Rothbeller, C. (2018). *Will 3D Printing Remodel the Construction Industry?* Boston Consulting Group: Barcelona, Spain
- De Schutter, G., Lesage, K., Mechtcherine, V. (2018). Vision of 3D printing with concrete –technical, economic and environmental potentials. *Cem Concr Res.* 112: 25-36.
- Denzer, A., Hedges, K. (2008). "From CAD to BIM: Educational strategies for the coming paradigm shift." ASCE.
- Dias, R., Mattos, C., Balestieri, J. (2004). Energy education: breaking up the rational energy use barriers. *Energy Policy*, 32, 1339–1347.
- Dias, R., Mattos, C., Balestieri, J. (2006). The limits of human development and the use of energy and natural resources. *Energy Policy*, 34, 1026–1031.
- Diaz, I, Allouche, E., Eklund, S. (2010). Factors affecting the suitability of fly ash as source material for geopolymers, *Article, Fuel* 89(5):992-996
- Duballet, R., Baverel, O. και Dirrenberger, J. 2017. Classification of building systems for concrete 3D printing. *Automation in Construction* (83). November 2017, σσ. 247-258.
- Duffy, M., Hiller, M., Bradley, D., Keilholz, W., Thornto, J. (2009). TRNSYS-And Functionality for Building Simulation, 2009 CONFERENCE, *Building Simulation*, p.1950-1954
- Duxson P., Provis J.L., Lukey G.C., Mallicoat S.W., W.M. Kriven, Van Deventer J. (2005). *Understanding the relationship between geopolymer composition, microstructure and mechanical properties*, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*.
- Falkner, R., Jasper, N. (2012). Regulating Nanotechnologies: Risk, Uncertainty and the Global Governance Gap. *Global Environmental Politics*, 12 (1), pp. 30-55.
- Fatta, D., Papadopoulos, A., Avramikos, E., Sgourou, E., Moustakas, K., Kourmoussis, F. (2003). Generation and management of construction and demolition waste in Greece – An existing challenge. *Resources Conservation and Recycling*, 40 (1), 81-91
- Fernandez, J. (2006), *Material Architecture*. Architectural Press, Oxford.

- Fernandez, P., Ceacero, M. (2020). Effects of natural hazards on a sustainable city, design by gamification. *In Proceedings of the 11th Global Conference on Business and Social Sciences Series*, Bangkok, Thailand, 11–12
- Finley, J. (2008). *The Future of High Performance Glazing in Commercial Buildings*. PPG Industries, Inc. Copyright.
- Fisher, D., Russell, T., Buhl, F., Liesen, R., Strand, R. (1999). “A Modular, Loop-Based Approach to HVAC Energy Simulation And Its Implementation in EnergyPlus,” *in Proceedings of Building Simulation '99*, Kyoto, Japan. IBPSA
- Fu, K., Huang, W., Lin, Y. (2001). *Defunctionalization of functionalized carbon nanotubes*. *Nano Lett*, 1:439–41.
- Geraldo, H., Rodrigo, Sayonara M.M. Pinheiro, Jefferson S. Silva, Heloysa M.C. Andrade, Jo Dweck, Jardel P. Goncalves, Gladis Camarini, «*Journal of cleaner production*», *Scientific Journal*, «*Gypsum plaster waste recycling: a potential environmental and industrial solution*», P.288-300, Publisher Elsevier Ltd, 2017
- Ghaffar, S., Corker, J., Fan, M. (2018) Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution. *Automation in Construction* 93:1–11.
- Ghosh, S., Haldar, H. S., Chatterjee, S., Ghosh P. (2016). «An Optimization Model on Construction and Demolition Waste Quantification from Building», *Procedia Environmental Sciences*, vol 35, pp. 279 – 288.
- Golabchi, M., Taqizadeh, K., Soroush, E. (2011). Smart materials and new Technologies for the architecture and design professions. *Architectural press*. 63-91
- Goldstone, W. (2011) “*Unity 3.x Game Development Essentials: Game development with C# and Javascript: Build fully functional, professional 3D games with realistic environments, sound, dynamic effects, and more*”, Packt Publishing Ltd., Birmingham, UK.
- Gosselin, C., Duballet, R., Roux, P. (2016) Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete –a new processing route for architects and builders. *Materials & Design*, 100: 102–109
- Hager, I., Golonka, A., Putanowicz, R. (2016). 3D printing of buildings and building components as the future of sustainable construction. *Procedia Eng*.151: 292-299.
- Han, J., Wang, K., Shi, J. (2015). Mechanism of triethanolamine on Portland cement hydration process and microstructure characteristics. *Constr. Build Mater* (93). 457-462.
- Han, B., Yu, X., Ou, J. (2014). *Self-sensing concrete in smart structures*. Elsevier, p. 385.
- Heinze, K. (2016). *IoT and waste management: Revolutionizing an old industry*.

- Helgason, D. (2010). *2010 Trends, Unity Technologies Blog*.
- Hroudova, J., Zach, J., Hela, R., Korjenic, A. (2013). «*Advanced, Thermal Insulation Materials Suitable for Insulation and Repair of Buildings*», *Advanced Materials Research*, vol. 688, 2013, pp. 54–59.
- Huang, S. (2012). *Multifunctional graphite nanoplatelets (GNP) reinforced cementitious composites. Dissertation for the Degree of Master of Engineering*, National University of Singapore, Singapore
- Jones, J., Jackson, J., Tudor, T., Bates, M. (2012). Strategies to enhance waste minimization and energy conservation within organizations: a case study from the UK construction sector. *Waste Management Research*, 30(9), 981-990
- Joshi, M., Bhattacharyya, A. (2011). *Nanotechnology: A New Route to High Performance and Functional Textiles*. *Textile Progress* 43 (3), 155-233
- Juha-Matti, K. (2003). "Use of Building Information System to Analyze Energy Performance," *Master Thesis (in Finnish)*, Tampere University of Technology.
- Kaldellis, J. (2007). "An Integrated Model for Performance Simulation of Hybrid Wind – Diesel Systems", *Renewable Energy*, vol. 32/9, pp. 1544-1564
- Karamanos, A., Papadopoulos, A., Anastasellos, D., (2004). «*Heat transfer phenomena in fibrous insulating materials Laboratory of Heat Transfer and Environmental Engineering*», Department of Mechanical Engineering Aristotle University Thessaloniki, 26 p.
- Kawalerczyk J, Dziurka D, Mirski R, Szentner K (2020). *Properties of plywood produced with urea-formaldehyde adhesive modified with nanocellulose and microcellulose*. *Drv Ind Znan Časopis za Pitanja Drv Tehnol* 71(1):61–67
- Kheiri, F. (2013). Material Follows Function: Nanotechnology and Sustainability in Steel Building Constructions. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, https://www.ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=02013536, Volume 2 Issue 12, December 2013, 1 - 5
- Khmiri, A., Samet, B., (2012). «*A cross mixture design to optimize the formulation of ground waste glass blended cement*», Elsevier Science Publishers, *Construction and Building Materials* 28/1, 680-686.
- Kim D., Lai H.T., Chilingar G.V., Yen T.F. (2006), «*Geopolymer formation and its unique properties*», *Environmental Geology* 51: 103-111
- Kim, S., Kim, H., Eom, S. (2006). "A reliable new 2-stage distributed interactive TGS system based on GIS database and augmented reality", Volume 89-D, No. 1, pp. 98–105, *IEICE Transactions*.

- Kimbrell, G. A. (2009). *Governance of Nanotechnology and Nanomaterials: Principles, Regulation and Renegotiating the Social Contract. Developing Oversight Approaches to Nanobiotechnology: The lessons of history/Winter 2009*, vol37 issue 4, pp. 706-723.
- Kolpakov, S., Parshin, V., Chekhovoi, A. (2007). *Nanotechnology in the Metallurgy of Steel*. Translat. 37(8) (2007) 716-721.
- Komnitsas, K. (2011). Potential of geopolymer technology towards green buildings and sustainable cities, International Conference on Green Buildings and Sustainable Cities, *Procedia Engineering* 21, 1023 – 1032
- Komnitsas, K., Zaharaki, D. (2007). Geopolymerization of mining and metallurgical wastes, *Bulletin Resurse Minerale* 3 (II), 59-64
- Konsta-Gdoutos, M., Metaxa, Z., Shah, S. (2010). *Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials*. Cement and Concrete Research, 40:1052–1059.
- Kotsampopoulos, P., Hatziargyriou, N., Strasser, T. I., Moyo, C., Rohjans, S., Steinbrink, C., Burt, G. (2017). *Validating Intelligent Power and Energy Systems – A Discussion of Educational Needs. Industrial Applications of Holonic and MultiAgent Systems*, 200–212.
- Lauritzen, E. (2019). «*Construction. Demolition and Disaster Waste Management: an integrated and sustainable approach*», CRC Press, Taylor and Francis group, P.119
- Lee, J., Hammer, J. (2011). “Παιχνιδοποίηση στην Εκπαίδευση: Τι, πώς, γιατί να ασχοληθούμε;” *Ακαδημαϊκή Συζήτηση Τριμηνιαία*, 15 (2).
- Leydecker, S. (2008). *Nano Materials in Architecture, Interior Architecture and Design*, Birkhauser, Basel, Boston, Berlin,.P.7,121,145,160
- Li, H., Chen, Z. (2008). Overview over Generator topologies for Wind Turbines. *IET Proc. Renewable Power Generation*, 2(2), 123-138.
- Li, X., Yi W., Chi H., Wang X., Chan A., (2018). “*A critical review of virtual and augmented reality (VR/AR) applications in construction safety*”, Vol. 86, pp.150–162, Automation in Construction.
- Lim, J., Panda, B., Pham, Q-C. (2018). Improving flexural characteristics of 3D printed geopolymer composites with in-process steel cable reinforcement. *Constr. Build. Mater.* (178). 32-41.
- Liu, Y., Bacon, J., Wilson-Hinds, R. (2007). “*On Smart-Care Services: Studies of Visually Impaired Users in Living Contexts*” *Int. Conf. on Digital Society (ICDS)*
- Maksimovic, M. (2017). Greening the future: Green Internet of Things (G-IoT) as a key. *In book: Internet of Things and Big Data Analytics Toward Next-Generation Intelligence* (pp.283-313)

- Malaeb, Z., Al Sakka, F., Hamzech, F. (2019). 3D concrete printing: machine design, mix proportioning, and mix comparison between difference machine setups. [συγγρ. βιβλίου] Sanjayan, J., Nazari, A., Nematollahi. B. *3D concrete printing technology 1st ed. Vol. 6.* Amsterdam : Elsevier, 2019, σσ. 115-136
- Marinkovic S., Radonjanin V., Malešev M., Ignjatovic I. (2010). Comparative environmental assessment of natural and recycled aggregate concrete. University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering. *Waste Management* 30(11), 2255
- Marsa-Maestre, I., Lopez-Carmona, M., Velasco, J., Navarro, A. (2008) «Mobile Agents for Service Personalization in Smart Environments», *Journal of Networks*, Vol. 3, No. 5, pp. 30-41.
- Marchant, G. E., Sylvester, D. J. (2006). *Transnational Models for regulation of Nanotechnology.* Nanotechnology, (pp. 714-725).
- Maskeliunas, R., Kulikajevas, A., Blažauskas, T., Damaševičius, R., Swacha, J. (2020). An interactive serious mobile game for supporting the learning of programming in javascript in the context of eco-friendly city management. *Computers* 2020, 9, 102
- McKendry, P. (2002). “Energy production from biomass (part 3): gasification technologies”, *Bioresource Technology* 83. 55-6
- Meesters, K., Walle, B. (2013). Disaster in my backyard: a serious game introduction to disaster information management, *Proceedings of the 10th International ISCRAM Conference – Baden-Baden, Germany.* T. Comes, F. Fiedrich, S. Fortier, J. Geldermann and T. Müller, eds
- Metaxa, Z., Seo, J., Konsta-Gdoutos, M., Hersam, M., Shah, S. (2012). *Highly concentrated carbon nanotube admixture for nano-fiber reinforced cementitious materials.* *Cement & Concrete Composites*, 34:612–617.
- Mohammed, T. (2015). Application of Smart Materials in the Interior Design of Smart Houses, *Civil and Environmental Research*, Vol.7, No.2
- Mohelnikova, J. (2011). *Nanocoatings for architectural glass.* Cambridge: Woodhead Publishing.
- Molina, A., Ponce, P., Baltazar Reyes, G. (2019). Learning perceptions of Smart Grid class with laboratory for undergraduate students. *Int J Interact Des Manuf* 13, 1423– 1439 (2019).
- Mozer, M. C. (2005). “Lessons from an Adaptive House, “ *In D. Cook & R. Das (Eds.), Smart environments: Technologies, protocols, and applications*, (pp. 273-294), Wiley & Sons.
- Mucsi, G., Ambrus, M. (2017). Raw materials for geopolymerisation. *MicroCad International Scientific Conference*, Miskolc

- Munir, A., Karim, M., Yasin, S., Muhammad, S. F. (2016). *Registration of nanomaterials and nano-enabled products; solution in regulation and governance or new challenge. International Seminar on Nanoscience and Nanotechnology*, 26 – 29 February 2016 – Shah Alam, Malaysia (pp. 10-11).
- Nautiyal, H., Shree, V., Khurana, S., Kumar, N. (2015). Recycling potential of building materials: A review. In: SS Muthu, *Environmental Implications of Recycling and Recycled Products*. Singapore: Springer Science & Business Media
- Nerella, V., Mechtcherine, V., Hempel, S. (2019). Effects of layer-interface properties on mechanical performance of concrete elements produced by extrusion-based 3Dprinting. *Construction and Building Materials* (205). 586-601
- Noor, A. (2013). Envisioning engineering education and practice in the coming intelligence convergence era — a complex adaptive systems approach, *Open Engineering*, 3(4), 606-619
- Opriş, I., Costinaş, S., Ionescu, C., Gogoaş Nistoran, D. (2018). Step-by-step augmented reality in power engineering education. *Comput Appl Eng Educ*. 26: 1590– 1602.
- Orpwood, R., Adlam, T., Evans, N., Chadd, J., Self, D. (2008). Evaluation of an assistedliving smart home for someone with dementia. *Journal of Assistive Technologies* 2:13-21.
- Pacewicz, K., Sobotka, A., Golek, L. (2018). Characteristic of materials for the 3D printed building constructions by additive printing. *MATEC Web Conf*. 222:01013.
- Pacheco-Torgal, F., Diamanti, M. (2012). *Nanotechnology in eco-efficient construction: Materials, processes and applications*, Woodhead Publishing Limited, P.2
- Pajchrowski, G., Noskowiak, A., Lewandowska, A., Strykowski, W. (2013). *Wood as a building material in the light of environmental assessment of full life cycle of four buildings*, p. 428–436, Construction and Building Materials
- Panagiotopoulou Ch., Asprogerakas A., Kakali G., Tsvivilis S. (2011). Synthesis and thermal properties of fly-ash based geopolymer pastes and mortars, *Ceramic Engineering and Science Proceedings* 32, 17-28.
- Papatzani, S., (2014). *Nanotechnologically modified cements: Effects on hydration, microstructure and physical properties*. UK: University of Bath
- Paul, S., Van Zijl, G., Tan, MJ. (2018). A review of 3D concrete printing systems and materials properties: current status and future research prospects. *Rapid Prototyp J*. 24. 784-798
- Pereiro-Barceló, J., Meléndez, C. (2018). Introducing BIM into Education: Opportunities and Challenges. In *Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering Education (EUCEE): Challenges for the Third Milenium*, Barcelona, Spain, 5–8 pp. 58–66.

- Peterson, F., Hartmann, T., Fruchter, R., Fischer, M. (2011). Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons. *Autom. Constr.*, 20, 115–125.
- Poulidakos, L., Papadaskalopoulou, C. Hofko, B., Gschösser, F., Cannone Falchetto, A., Bueno, M., Arraigada, M., Sousa, J., Ruiz, R., Petit, C., Loizidou, M. (2017). *Harvesting the unexplored potential of European waste materials for road construction, Resources, Conservation and Recycling*, Vol.116, pp. 32-44.
- Rashad, A.M, (2014). «*Recycled waste glass as fine aggregate replacement in cementitious materials based on Portland cement*», Elsevier Science Publishers, *Construction and building materials* 72, 340-357.
- Rattanasak, U., Chindaprasirt, P. (2009) Influence of NaOH solution on the synthesis of fly ash geopolymer, *Minerals Engineering*. 22, 23, 1073–1078,
- Reinisch, C., Kofler M.J., Iglesias F., Kastner, W. (2011). «Think home Energy Efficiency in Future Smart Homes». *EURASIP Journal on Embedded Systems*: 1–18
- Riley, M. (2011). *Programming your home, The Pragmatic Programmers*, Texas, USA.
- Ritter, A. (2007). *Smart materials in architecture, interior architecture and design*. Translation of Alford Raymond Poat, springer science, Switzerland.
- Rodríguez, E. (2016). Article in Journal of Chemical Technology & Biotechnology, Management and valorisation of wastes through use in producing alkali-activated cement materials. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Journal of Chemical Technology and biotechnology*
- Sacks, R., Barak, R. (2010). "Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education." *J.Prof.Issues Eng.Educ.Pract.*, 136 30.
- Sanchez, F., Sobolev, K. (2010). *Nanotechnology in concrete – A review*. *Construction and Building Materials*, 24:2060–2071.
- Sanchez-Ramos, D., Galán, A., Rodríguez, L., Arrieta, A., Moraleda, S. (2018). Application of Building Information Modelling Methodology in a Project Based Learning Subject. *In Proceedings of the 4th International Conference on Civil Engineering Education (EUCEE): Challenges for the Third Milenium*, Barcelona, Spain, 5–8 pp. 30–38. 27.
- Sapuy S. E., (2016). “Construction Waste – Potentials and Constraints”, *Procedia Environmental Sciences*, Vol 35, pp. 714-722.
- Sawyer, G., Irle, M. (2005) *Development of colour indicator techniques to identify contamination of wood for recycling*. WRAP Report.
- Scrivener, K.L., (2009). *Nanotechnology and cementitious materials*. *Nanotechnology in Construction* 3, pp.37–42.

- Sheng S.J., Hu X., Wang F., Ma Q.Y. and Gu M.F. (2015). Mechanical and thermal property characterization of poly-L-lactide (PLLA) scaffold developed using pressure-controllable green foaming technology, *Materials Science and Engineering: C* 49, 612–622.
- Sherif, M. (2013). Elattar. Smart structures and material technologies in architecture applications, *academic Journals*. Vol. 8(31), pp. 1512-1521
- Silva, Y. F., Lange, D., Delvasto, S. (2018). «Construction and Building Materials», *Scientific Journal*, «Effect of incorporation of masonry residue on the properties of self-compacting concretes», P.277-283, Publisher Elsevier Ltd.
- Silveira, D., Varum, H., Costa, A., Martins, T., Pereira, H., Almeida, J. (2012). *Mechanical properties of adobe bricks in ancient constructions*, p. 36-44, Constructions and building materials.
- Sinopoli, J., (2006). *Smart buildings: a handbook for the design and operation of building technology systems*, Spicewood publishing.
- Smith, S. (2011): «Αυτό το παιχνίδι απορροφά» : Πώς να βελτιώσετε την Παιχνιδοποίηση στην Εκπαίδευση. *Επιθεώρηση Εν EDUCAUSE*, τόμος 467, αρ. 1, 58-59.
- Soltan, D., Victor, C. Li. (2018). A self-reinforced cementitious composite for buildingscale 3D printing. *Cement and Concrete Composites (90)*. 1-13.
- Soutsos M., Tang K., Millard S. (2011). Use of recycled demolition aggregate in precast products, phase II: Concrete paving blocks. *Construction and Building Materials*, 25(7), 3131-3143
- Stang, A., Hawthorne, C. (2005) *The Green House, The New Directions in Sustainable Architecture*. New York
- Strand, R., Winkelmann, F., Buhl, F., Huang, J., Liesen, R., Pedersen, C., Fisher, D., Taylor, R., Crawley, D., Lawrie, L. (1999). “Enhancing and Extending the Capabilities of the Building Heat Balance Simulation Technique for use in EnergyPlus,” in *Proceedings of Building Simulation '99*, Volume II, pp. 653-660, Kyoto, Japan. IBPSA
- Stratigea, A., Giaoutzi, M., Biska, A., (2011) “Patterns of renewable energy production in the Mediterranean”. *Regional Science Inquiry Journal*, 3 (1), pp. 23-42
- Suvash C.P, Branko S., Adewumi J. B. (2018). «A comprehensive review on mechanical and durability properties of cement-based materials containing waste recycled glass», «*Journal of cleaner production*», *Scientific Journal*, P.891-906, Publisher, Elsevier Ltd.
- Szarka, J. (2007). *Wind Power in Europe: Politics, Business and Society*, Palgrave Macmillan UK.
- Tanaka, K., Yoza, A., Ogimi, K., Yona, A., Senjyu, T. (2012). *Optimal operation of DC smart house system by controllable loads based on smart grid topology*. *Renewable Energy*; 39: 132–9.

- Tchobanogous G., Kreith F. *Εγχειρίδιο Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων*, Μετάφραση: Κούγκολος Α., Καραγιαννίδης Α., Σαμαράς Π., Δεύτερη Έκδοση, Εκδόσεις McGraw-Hill, στα Ελληνικά Εκδόσεις Τζιόλα, 2010.
- Temuujin, J., Van Riessen, A., MacKenzie, K.J.D. (2011). Preparation and characterisation of fly ash based geopolymer mortars, *Construction and Building Materials* 24, 1906–1910.
- Therivel, R. Wilson, E. Heaney, D. Thompson, S. (2013) *Strategic Environmental Assessment*, Taylor & Francis Group.
- Thomark, C. (2001). Conservation of energy and natural resources by recycling building waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 33: 113–130
- Tomkins, B., (2011), «*Chemical Resistance Of Geopolymer Concrete Against H₂SO₄ & NaOH*». University of Southern Queensland, Faculty of Engineering and Surveying.
- Torabi, H., Roshan, M. (2015). «*The application of smart materials in the architecture of green buildings*», *the series of articles of the first annual conference of architectural research, urban and urban management*.
- Tyson, B., Al-Rub, A. Yazdanbakhsh, A. (2011). Carbon nanotubes and carbon nanofibers for enhancing the mechanical properties of nanocomposite cementitious materials. *J Mater Civil Eng*, 23(7):1028–35.
- Van Jaarsveld J., Van Deventer, J., Lukey G. (2002). The effect of composition and temperature on the properties of fly ash and kaolinite based geopolymers. *Chemical Engineer Journal* 89, 1–3, 63–73
- Vermesan, O., Friess, P. (2013). *Internet of Things—Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems*. River Publishers, Denmark.
- S. Shukla. (2017). Smart Waste Collection System based on IoT.
- Viera T., Alves, A., J de Brito, Correia, J., Silva, R. (2015). «Materials and Design», *Scientific Journal*, «*Durability-related performance of concrete containing fine recycled aggregates from crushed bricks and sanitary ware*», P.767-776, Publisher Elsevier Ltd
- Wang, S. (2010). *Intelligent buildings and building automation*. Spon Press
- Wang, F., Guo G.P., Ma Q.Y., Gu M.F., Wu X.Y., Sheng S.J. and Wang X.S. (2013). Investigation on the thermo-mechanical properties and thermal stability of polylactic acid tissue engineering scaffold material, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 113, 1113–1121
- Wegner, T., Winandy, J., Ritter, M. (2005). *Nanotechnology opportunities in residential and non-residential construction*. In *2nd International Symposium on Nanotechnology in Construction*. Bilbao Spain, pp 23-31

- Wong, K.A., Wong, K.F. (2011). Nadeem, A. Building information modelling for tertiary construction education in Hong Kong. *J. Inf. Technol. Constr.* 16, 467–476.
- Xia, M., Sanjayan, J. (2018). Methods of enhancing strength of geopolymer produced from powder-based 3D printing process. *Materials Letters* (227). 281- 283.
- Xu X., Zhang Y., Lin K., Di H., Yang R. (2005). *Modeling and simulation on the thermal performance of shape-stabilized phase change material floor used in passive solar buildings. Energy Build;* 37:1084–91–13651363
- Yang, X., Zhao, L., Bruse, M., Meng, Q. (2012). An integrated simulation method for building energy performance assessment in urban environments. *Energy Build.* 2012, 54, 243–251.
- Yasser, A. (2009). *Using Smart Materials to Reduce Energy Consumption, Third Ain Shams University International Conference on Environmental Engineering*, Egypt.
- Yazdanbakhsh, A., Grasley, Z., Tyson, B., Rashid, K., Al-Rub, A. (2010). Distribution of Carbon Nanofibers and Nanotubes in Cementitious Composites. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, pp. 89–95.
- Yoon, C., Kim, K. (2015), “Augmented reality information registration for head-up display”, *International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, pp. 1135–1137.
- Young, B., Ellobody, E., Hu, T. (2012). 3D visualization of structures using finite-element analysis in teaching. *J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.* 138, 131–138
- Zhao, J., Zhang, W., Zhang, X., Lu, C., Deng, Y. (2013) *Extraction of cellulose nanofibrils from dry softwood pulp using high shear homog-enization.* *Carbohydr Polym* 97(2):695–702
- Zhou, N., Deng, L. (2009). Virtual reality: a state-of-the-art survey. *International Journal of Automation and Computing* 6(4), November, 319-325.
- Zhu Cong, Jianxin Zhang, Wei Yi, Wenxiang Cao, Jiahui Peng, Jiansen Liu, «Construction and Building Materials», *Scientific Journal*, «Research on degradation mechanisms of recycled building gypsum», P.540-549, Publisher, Elsevier Ltd, 2018.
- Zmija, J., Malachowski, M. (2010). New organic photochromic materials and selected applications. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 41 (1-2), pp. 48-56.
- Αβραμίκος, Η., (2002). *Διαχείριση των αποβλήτων που προέρχονται από κατασκευές και κατεδαφίσεις – Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης στην Ελλάδα. Διπλωματική Εργασία, Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ*

- Ανεμοδούρα, Ν., Χριστακοπούλου, Ρ. (2008). *Η αρχιτεκτονική ένταξη των βιοκλιματικών συστημάτων στην κατοικία*, Διάλεξη στην Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ, Αθήνα.
- Ανδρεοπούλου, Ζ. (2008). «*Νέες τεχνολογίες, περιβαλλοντική αειφορία και βιώσιμη ανάπτυξη*», *Φυσικοί πόροι, περιβάλλον και ανάπτυξη*. Εκδόσεις: Τζιόλα.
- Αντωνοπούλου, Σ. (2009). *Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και βιώσιμη ανάπτυξη-Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Αραμπατζής, Γ., Πολύζος, Σ. (2008). *Φυσικοί Πόροι, Περιβάλλον και Ανάπτυξη*. Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Βάγιας, Ι., (2010). «*Σύμμικτες κατασκευές από χάλυβα και οπλισμένο σκυρόδεμα*». Εκδόσεις: Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Βάγιας, Ι., Ερμόπουλος, Ι., Ιωαννίδης, Γ. (2005). «*Σχεδιασμός Δομικών έργων από χάλυβα*» Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Αθήνα.
- Βάμβουκα, Δ., (2008). *Βιομάζα: Βιοενέργεια και Περιβάλλον*. Εκδόσεις: Τζιόλα.
- Βάου, Β. (2010). «*Αφρώδη, ανόργανα θερμομονωτικά υλικά από περλίτη*», Διπλωματική Εργασία, Ε.Μ.Π, Αθήνα.
- Βατάλης, Κ. (2007). «*Εισαγωγή στο δίκαιο ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας*». Εκδόσεις: Σάκκουλα.
- Βοσινάκης, Σ. (2015). *Εικονικοί Κόσμοι*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών,
- Βουλγαρίδης, Η. (2015). *Ποιότητα και Χρήσεις του Ξύλου*, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, Αθήνα.
- Γελεγένης, Ι., Αξαόπουλος, Π. (2005). *Πηγές ενέργειας συμβατικές και ανανεώσιμες*. Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική.
- Γκαλμπένης, Κ., Τσίμας, Σ. (2005). *Αξιοποίηση Οικοδομικών Απορριμμάτων*, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Αθήνα.
- Δημούδη, Α. (2006). *Οικολογικά Δομικά Υλικά*, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Περιβαλλοντικού και Ανθρωπογενούς Σχεδιασμού, Ξάνθη.
- Ευθυμιόπουλος, Η. (2005). «*Κτίριο και Περιβάλλον*». Εκδόσεις: Παπασωτηρίου, Αθήνα.

- Εφραιμίδης, Χ. (2008). *Παραγωγή αδρανών υλικών από ανακύκλωση παλαιών σκυροδεμάτων*. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων. ΤΕΕ Αθήνα, 2123 Μαΐου 2008
- Ζαχαράκη, Δ. (2004). *Σύνθεση και ιδιότητες γεωπολυμερών από σκωρίες ηλεκτρικής καμίνου παραγωγής σιδηρονικελίου*, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Ζαχαράκη, Δ. (2009). *Συμβολή στη διερεύνηση των μηχανισμών γεωπολυμερισμού μεταλλουργικών αποβλήτων με έμφαση στις σκωρίες ηλεκτροκαμίνων*, Τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, Πολυτεχνείο Κρήτης.
- Κακλόπουλος, Κ. (2015). *Ανακύκλωση και διαχείριση αδρανών υλικών*, Διπλωματική εργασία, Κρήτη: Πολυτεχνείο Κρήτης
- Καλδέλλης, Ι. (2005). *«Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας»*. Β' Έκδοση. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Καλδέλλης, Ι. & Καββαδίας, Κ. (2001) *Εργαστηριακές μορφές ήπιων μορφών ενέργειας*. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα.
- Καλδέλλης, Ι., Κονδύλη, Α. (2005). *Περιβάλλον και Βιομηχανική Ανάπτυξη, Α., τόμος Β'*. Εκδόσεις Σταμούλη
- Κανιτάκη, Ε., (2009). *Οι κατασκευές από σκυροδέμα είναι και αειφόρες και πράσινες, 16ο Συνέδριο Σκυροδέματος, ΤΕΕ, ΕΤΕΚ, 21-23/10/ 2009, Πάφος, Κύπρος. Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος, (2016). Αθήνα.*
- Καπλάνης, Σ. (2003). *Ήπιες μορφές ενέργειας - Περιβάλλον & Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Εκδόσεις: ΙΩΝ.
- Κατσίρη, Α., Μαμάσης, Ν. (2011) *«Εισαγωγή στην Ενεργειακή Τεχνολογία: Ενέργεια από βιομάζα»*, Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Κεσίδου, Σ. (2009). *Βιωσιμότητα στις κατασκευές & μέθοδοι αξιολόγησης: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Κτίριο: Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, Αθήνα.
- Κορωναίος, Χ., (2015). *Ανάλυση Κύκλου Ζωής : Η ολοκληρωμένη Περιβαλλοντική Προσέγγιση στην Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη*, Αθήνα.
- Κορωναίος, Χ., Σαργέντης, Φ., (2005). *Δομικά Υλικά και Οικολογία*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Αρχιτεκτόνων, Εργαστήριο Τεχνικών Υλικών, Αθήνα.

- Κοσμόπουλος, Π. (2007). *«Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός»*. Δεύτερη βελτιωμένη έκδοση, University Studio Press.
- Κουτελιδάκης, Κ. (2010), *«Εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Στρατόπεδο»*, ΕΜΠ, Αθήνα.
- Λάζαρη Ε. (2002). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής*. Αθήνα: ΚΑΠΕ
- Λυκίδης, Χ., Γρηγορίου, Α. (2005). *Η ανακύκλωση των ξύλινων κατασκευών και η σημασία της στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Πρακτικά διημερίδας της Ένωσης Νέων Θεσσαλονίκης και του Α' Δημοτικού Διαμερίσματος Θεσσαλονίκης με τίτλο: «Περιβάλλον και σύγχρονος τρόπος ζωής»*, Κέντρο Ιστορίας Θεσσαλονίκης, 15-16 Απριλίου 2005. Σελ. 68-76.
- Μάλλιαρης, Γ. (2009). *Ενεργειακός Σχεδιασμός Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες*. Αθήνα.
- Μανές, Ν. (2009). *Διαχείριση δομικών υλικών στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους*. Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Ενεργειακός Τομέας, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής. Θεσσαλονίκη
- Μανιάτης, Γ. (2009). *«Η Πρόκληση της Πράσινης Ανάπτυξης»*. Εκδόσεις Λιβάνη, Αθήνα.
- Μιχάλης, Π., Δημητρίου, Σ., (2007). *Μελέτη Σύνθεσης Σκυροδέματος*. Θεσσαλονίκη.
- Μουρατίδης, Α. (2008). *Οδοποιία, Η διαχείριση των οδικών έργων, 1η έκδοση*. Θεσσαλονίκη.
- Μουσιόπουλος, Ν. (1999). *Ανάλυση Κύκλου Ζωής*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Μπίκας, Δ. (2001). *Περιβαλλοντικοί παράμετροι στον κύκλο ζωής των κτιρίων. Επιστημονική Έκδοση ΚΤΙΡΙΟ*, Τεύχος Α, σ. 13-21., Θεσσαλονίκη.
- Μπιτζιώνης, Β., Μπιτζιώνης, Δ. (2010). *Εναλλακτικές μορφές ενέργειας*. Εκδόσεις: Τζιόλα.
- Νατσιόπουλος, Χ. (2007). *«Ο ρόλος των φωτοβολταϊκών στην μετά άνθρακα εποχή»*, Καβάλα.
- Νικολαΐδης, Α. (2011). *ΟΔΟΠΟΙΑ. Οδοστρώματα – Υλικά – Έλεγχος Ποιότητας*. Θεσσαλονίκη: 3η Έκδοση.
- Νικολουτσόπουλος, Ν. (2013). *«Εφαρμογή γεωπολυμερισμού για την αξιοποίηση της ιπτάμενης τέφρας στην τεχνολογία σκυροδέματος»*. Αθήνα, ΕΜΠ - Εργαστήριο Ανόργανης & Αναλυτικής Χημείας.

- Παναγιωτακόπουλος, Δ. (2007). *Βιώσιμη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων*, Β' Έκδοση. Εκδόσεις: Ζυγός
- Παπαδάκη, Μ. (2013). *Βιώσιμη διαχείριση αδρανών υλικών. Μελέτη περίπτωσης: Κρήτη*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Θετικών Επιστημών, Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση Αποβλήτων. Πάτρα
- Παπαδόπουλος, Α. (2006): «*Σχεδιασμός & Ανάπτυξη Καινοτόμων Προϊόντων Πετροβάμβακα για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Υφισταμένων & Νεόδμητων Κτιρίων*», 145 τεύχος : «Αναλυτική περιγραφή ιδιοτήτων προϊόντων πετροβάμβακα», Θεσσαλονίκη.
- Πασπαλάς, Κ., (2009). *Η Ευρωπαϊκή Τυποποίηση των Χαλύβων και Χυτοσιδήρων*, Σύλλογος Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων Β. Ελλάδος, Θεσσαλονίκη.
- Περδίδος, Δ. (2007). «*Φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις*». Τεκδοτική, Αθήνα.
- Περδίδος, Σ. (2007). *Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας, Τόμος Α*. Τεκδοτική, Αθήνα.
- Σιούτα, Ν., Γιαννακούλης, Λ. (2010). *Περιβάλλον, Κατασκευή, Σ.Π.Δ. και Βιώσιμη Κατασκευή, Πρώτη Εφαρμογή του EMAS στην Κατασκευή της Ελλάδας*. Αθήνα: ΑΚΤΩΡ - Κατασκευαστική
- Σκορδίλης, Α. (2008). *Η εναλλακτική διαχείριση των στερεών αποβλήτων, Η κοινωνία της ανακύκλωσης - Παρόν και προοπτικές στην Ελλάδα*. Ημερίδα ΤΕΕ, 25 Ιουλίου 2008, Αθήνα
- Σούτερ, Χ. (1995). *Η Βιομάζα και η ενεργειακή της αξιοποίηση. Παραγωγή – Δυναμικό*. Μηνιαία τεχνική επιθεώρηση.
- Στρατηγέα, Α. (2010) «*Βιώσιμες ενεργειακά κοινότητες: Μία σχεδιαστική πρόκληση για τις ορεινές περιοχές*». Στο: *Πρακτικά του Διεπιστημονικού Διαπανεπιστημιακού Συνεδρίου του Ε.Μ.Π., 'Η Ολοκληρωμένη Ανάπτυξη των Ορεινών Περιοχών. Διεπιστημονικές Έρευνες, Μελέτες και Συμβολές, Έργα, Δράσεις, Στρατηγικές, Πολιτικές, Εφαρμογές, Προοπτικές, Δυνατότητες και Περιορισμοί'*. Μέτσοβο.
- Τριανταφύλλου, Α. (2017). «*Δομικά υλικά*». Εκδόσεις Gotsis, Αθήνα.
- Τσακαλάκης, Κ. (2010). *Τεχνολογία Παραγωγής Τσιμέντου και Σκυροδέματος*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα
- Τσατήρης, Μ. (2002). *Ενέργεια και περιβάλλον*. Εκδόσεις: Τυποθήτω, Αθήνα.

- Τσίμας, Σ. (2001). Δομικά Υλικά (Τσιμέντο - Ασβέστης - Σκυρόδεμα - Κονιάματα), Ε.Μ.Π., Αθήνα.
- Τσίππρας, Θ., Τσίππρας, Κ. (2005). «Οικολογική Αρχιτεκτονική». Εκδόσεις: Κέδρος
- Τσίππρας, Κ. (1996). *Το οικολογικό σπίτι*. Εκδόσεις: Λιβάνη, Αθήνα.
- Ραχιώτης, Δ. (2011) «Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε συνθήκες απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας και οικονομικής κρίσης». ΑΝΕΜΟλόγια.
- Φλογαΐτη, Ε. (2006). «Εκπαίδευση για το Περιβάλλον και την Αειφορία». Εκδόσεις: Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα.
- Φραγκιαδάκης, Ι. (2006). «Φωτοβολταϊκά συστήματα». Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ
- Φυντίκας, Μ., Ανδρίτσος, Ν. (2004). «Γεωθερμία – Γεωθερμικοί πόροι, Γεωθερμικά Ρευστά, Εφαρμογές, Περιβάλλον». Εκδόσεις: Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
- Χεγκάζι, Κ., (2009). *Βιοκλιματική δόμηση και Βιώσιμη ανάπτυξη- Μέθοδοι και παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*, ΕΜΠ, Αθήνα.