



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Οικολογική Δόμηση και Ενεργειακή Αυτονομία Κτιρίων



Φοιτητής: Φαλτσέτα Μαρία, Στεφανοπούλου Στεφανία
ΑΜ: 44369190226, 44369150226

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Θεμιστοκλής Α. Αντωνόπουλος
Ακαδημαϊκός Υπότροφος

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

Diploma Thesis

Eco-Construction (Sustainable) and Energy Autonomy in Buildings



Student: Faltseta Maria, Stefanopoulou Stefania
Registration Number: 44369190226, 44369150226

Supervisor

Dr. Themistocles A. Antonopoulos
Research Associate

ATHENS-EGALEO, JULY 2024

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Θεμιστοκλής Αντωνόπουλος, Ακαδημαϊκός Υπότροφος	Τριαντάφυλλος-Φίλης Κόκκινος, Αναπληρωτής Καθηγητής	Αριστείδης Μπλούτσος, Επίκουρος Καθηγητής
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Φαλτσέτα Μαρία,
Ιούλιος, 2024**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Φαλτσέτα Μαρία του Ευσταθίου, με αριθμό μητρώου 44369190226 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συν-συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της 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 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 διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Η Δηλούσα
Φαλτσέτα Μαρία



(Υπογραφή φοιτήτριας)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Στεφανοπούλου Στεφανία,
Ιούλιος, 2024**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Στεφανοπούλου Στεφανία του Σπυρίδων με αριθμό μητρώου 44369150226 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συν-συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της 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 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 διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Η Δηλούσα
Στεφανοπούλου Στεφανία



(Υπογραφή φοιτήτριας)

Περίληψη

Λόγω της υπερβολικά αυξανόμενης παραγωγής και αντίστοιχα κατανάλωσης ενέργειας φτάνουμε με γρήγορο ρυθμό στην εξάντληση των πόρων του πλανήτη μας και ερχόμαστε αντιμέτωποι με την κλιματική αλλαγή και έπειτα με τα προβλήματα που προκαλεί και καλούμαστε να λύσουμε. Πιο συγκεκριμένα, η καταναλισκόμενη ενέργεια στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται και τα αποτελέσματα είναι δραματικά αισθητά. Υπάρχει ανάγκη για συνεχή εκπαίδευση για το περιβάλλον και εξεύρεση καινοτόμων λύσεων. Αναλυτικότερα, στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τον ενεργειακό και βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων, τη χρήση οικολογικών δομικών υλικών, και την ενεργειακή αυτονομία τους. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κατοικίες είναι μια σημαντική προοπτική για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Για το σκοπό αυτό η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και άλλων ανανεώσιμων πηγών όπως το τοπικό κλίμα, οι ιδιότητες των οικοδομικών υλικών και αρχιτεκτονικών στοιχείων μας οδηγούν σε έναν "πράσινο" σχεδιασμό. Ο σχεδιασμός αυτός με τη χρήση οικολογικών υλικών που είναι υγιή για τον άνθρωπο, με χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και μέσω της ενοποίησης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, ανεμογεννητριών και γεωθερμικών αντλιών, οι κάτοικοι μπορούν να επωφεληθούν από οικολογικές και βιώσιμες πηγές ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτησή τους από τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ένας κλάδος της αρχιτεκτονικής που λαμβάνει υπόψη τις επιταγές της οικολογίας και της αειφορίας και στοχεύει στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Μειώνοντας το κόστος ενέργειας και δημιουργώντας τη δική τους ενέργεια, οι οικογένειες, οι κοινωνίες οι χώρες και όλος ο πλανήτης μπορούν μακροπρόθεσμα να εξοικονομήσουν σημαντικά χρηματικά ποσά, ενέργεια και πόρους. Επίσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική επισημαίνει το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών) που εξασφαλίζει συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης μέσω της χρήσης συστημάτων παθητικής θέρμανσης ή ψύξης. Στην εργασία μας θα μιλήσουμε για τα "πράσινα" κτίρια και τις "πράσινες" πόλεις, επιπροσθέτως παρουσιάζονται παραδείγματα αυτών από κάθε μεριά του κόσμου. Τα τελευταία χρόνια, τα κτίρια που κατασκευάζονται σύμφωνα με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό προτιμώνται έναντι των κτιρίων που κατασκευάζονται με τη συμβατική αρχιτεκτονική που εδραιώθηκε κατά τις προηγούμενες δεκαετίες. Τέτοιου τύπου κτίρια παρουσιάζουν πολλαπλά κοινωνικά και οικονομικά οφέλη για τους κατοίκους, καθώς είναι κατασκευασμένα από φιλικά προς το περιβάλλον και ανακυκλώσιμα υλικά, μη τοξικά, τα οποία δεν απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και την επεξεργασία τους. Η οικολογική προσέγγιση αγγίζει όλες τις πτυχές της ζωής, συμπεριλαμβανομένων των μεθόδων κατασκευής κτιρίων καθώς και της κοινωνικής οργάνωσης. Το "πράσινο" ήρθε για να επικρατήσει στο τώρα και ακόμη περισσότερο στο προσεχές μέλλον, στο αύριο.

Λέξεις – κλειδιά

Βιώσιμη ανάπτυξη, Κυβερνητική πολιτική, Κλίμα, Υπερθέρμανση του πλανήτη, Ενεργειακός σχεδιασμός, Πράσινη ανάπτυξη, Αστική βιωσιμότητα, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Καθαρό περιβάλλον, Παθητική ψύξη, Ενεργειακή απόδοση, Περιβαλλοντικές παθητικές και ενεργητικές στρατηγικές, Βιώσιμη δόμηση, Ενεργειακή αυτονομία κτηρίων.

Abstract

Due to the excessive increase in production and energy consumption we are rapidly reaching the depletion of our planet's resources and we are confronted with climate change and with the problems it causes which we are called upon to solve. In particular, the amount of energy consumed on the planet is constantly increasing and the effects are dramatically marked. There is a need for continuous education about the environment and finding innovative solutions. This diploma thesis discusses the environmental and bioclimatic design of buildings, the use of ecological building materials, and their energy autonomy. The use of renewable energy sources in residential buildings is an important prospect for improving energy efficiency and reducing environmental impact. To this end the use of solar energy and other renewable sources such as local climate, the properties of building materials and architectural elements lead us to develop a "green" design. This design uses ecological materials, healthy for humans, with a low environmental footprint and through the integration of renewable energy systems such as the installation of solar panels, wind generators and geothermal pumps the residents can benefit from ecological and sustainable energy sources, reducing their dependence on traditional energy production methods. Bioclimatic design is a branch of architecture that takes into account the requirements of ecology and sustainability and aims to protect the environment and natural resources. By reducing energy costs and creating their own energy, families, societies, countries and the whole planet can save significant amounts of money, energy and resources in the long term. Also, the bioclimatic design or bioclimatic architecture points to the design of buildings and spaces (indoor and outdoor) that ensures thermal and visual comfort conditions with the most extensive use of passive heating and cooling systems. This work analyses the "green" buildings and "green cities", with specific applied examples of these from all parts of the world. In recent years, buildings constructed according to bioclimatic design are preferred over buildings constructed with the conventional architecture of previous decades. They have multiple social and economic benefits for the inhabitants, as they are constructed with recyclable materials, are non-toxic and do not require high energy consumption for their production and processing. The ecological approach touches all aspects of life, including building construction methods and social organization. "Green" is here to prevail in the present and even more in the near future.

Keywords

Sustainable development, Government policy, Climate, Territorial, Global warming, Planning, Cities, Green growth, Urban, Urban sustainability, Bioclimatic architecture, Clean environment, Passive cooling, Energy efficiency, Environmental passive and active strategies, Sustainable building, Energy autonomy in buildings.

Κατάλογος Πινάκων	16
Κατάλογος Εικόνων.....	17
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	23
Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	23
Σκοπός και στόχοι	23
Μεθοδολογία.....	24
Καινοτομία	24
Δομή	25
1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Κλιματική αλλαγή.....	26
1.1 Κλιματική αλλαγή.....	26
1.2 Τα αίτια της κλιματικής αλλαγής	27
1.3 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής	28
1.4 Νέα ενεργειακή κρίση και σύγχρονο ενεργειακό τοπίο	30
1.4.1 Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας	33
1.4.2 Αλλαγή πολιτικών προτύπων	38
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Λειτουργία Κατοικιών.....	40
2.1 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας	40
2.2 Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	41
2.3 Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας	42
2.3.1 Θερμικά ηλιακά συστήματα.....	43
2.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα	44
2.3.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	45
2.4 Εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας	46
2.4.1 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα.....	46
2.4.2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα	47
2.4.3 Ανεμογεννήτριες απευθείας κίνησης.....	47
2.4.4 Ανεμογεννήτριες με σύστημα μεταβλητής ταχύτητας	47
2.5 Εκμετάλλευση βιομάζας	48
2.5.1 Καύση σε συστήματα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού.....	48
2.5.2 Βιοαέριο.....	48
2.5.3 Βιοανεξάρτητη θέρμανση.....	48
2.5.4 Παραγωγή βιομάζας για ηλεκτρισμό	48
2.6 Εκμετάλλευση της γεωθερμίας	49
2.6.1 Θέρμανση κατοικιών	50
2.6.2 Ψύξη κατοικιών	50
2.6.3 Παραγωγή ζεστού νερού	50
2.6.4 Κλιματισμός	50
2.7 Σχεδιασμός και ενσωμάτωση ΑΠΕ σε κτίρια	50
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Περιβαλλοντικό αποτύπωμα και οικολογικά δομικά υλικά	52
3.1 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα υλικών	52
3.1.1 Σφραγισμένη Γη	56
3.1.2 Μαλακή ξυλεία	56
3.1.3 Διασταυρούμενη επικαλυμμένη ξυλεία.....	57
3.1.4 Πέτρα	57
3.1.5 Πήλινος τοίχος από τούβλα.....	58
3.1.6 Οπλισμένο σκυρόδεμα	58
3.1.7 Γυαλί	58
3.1.8 Χαλύβδινη διατομή	59
3.1.9 Αλουμίνιο.....	59

3.2 Οικολογικά δομικά υλικά	60
3.2.1 Ξύλο	61
3.2.2 Τσιμέντο	62
3.2.3 Χάλυβας	62
3.2.4 Αλουμίνιο	62
3.2.5 Χρώματα/ Βαφές/ Βερνίκια	62
3.2.6 Εξηλασμένη Πολυστερίνη	62
3.2.7 Πολυουρεθάνη	63
3.2.8 Υαλοβάμβακας και Πετροβάμβακας	63
3.3 Παραδείγματα οικολογικών υλικών	64
3.3.1 Ξύλο	64
3.3.2 Ωστενιτικός ανοξείδωτος χάλυβας	67
3.4 Σχεδιασμός με οικολογικά υλικά	67
3.4.1 Σχεδιασμός με φυσικές ίνες	68
3.4.2 Σχεδιασμός με ξύλο	73
3.4.3 Σχεδιασμός με μπαμπού	75
3.4.4 Σχεδιασμός με κάνναβη	77
3.4.5 Σχεδιασμός με προϊόντα που προέρχονται από ξύλο	79
3.4.6 Σχεδιασμός με φελλό	81
3.4.7 Σχεδιασμός με χαρτί	83
3.4.8 Σχεδιασμός με μέταλλο	85
3.4.9 Σχεδιασμός με χάλυβα	88
3.4.10 Σχεδιασμός με αλουμίνιο	90
3.4.11 Σχεδιασμός με πέτρινα υλικά	92
3.4.12 Σχεδιασμός με πέτρα	94
3.4.13 Σχεδιασμός με βιολογικό σκυρόδεμα	95
3.4.14 Σχεδιασμός με κεραμικά υλικά	97
3.4.15 Σχεδιασμός με ημιδιαφανή υλικά	100
3.4.16 Σχεδιασμός με ETFE	103
3.4.17 Σχεδιασμός με υφάσματα	105
3.4.18 Σχεδιασμός με έξυπνα υφάσματα	107
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Εναλλακτικοί Τρόποι Δόμησης και Πράσινη Δόμηση	109
4.1 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική	109
4.1.1 Βιοκλιματικές αρχές	109
4.1.2 Βιοφιλία και βιοφιλικός σχεδιασμός	111
4.2 Οικολογικός σχεδιασμός και πράσινη δόμηση	112
4.2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πράσινων κτιρίων	113
4.2.2 Επιπτώσεις του πράσινου κτιρίου στην υγεία	114
4.2.3 Τα οφέλη του πράσινου σχεδιασμού κτιρίων	115
4.2.4 Μειονεκτήματα των πράσινων κτιρίων	116
4.3 Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και ενεργειακά πιστοποιητικά	118
4.3.1 Επεξήγηση μελέτης και σταδίων	118
4.4 Μελέτη περίπτωσης	129
4.4.1 Γενική περιγραφή διαμερίσματος	129
4.4.2 Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν	130
4.4.3 Σύγκριση πριν & μετά την ενεργειακή αναβάθμιση	130
4.4.4 Αναλυτική καταγραφή παρεμβάσεων	133
5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και έξυπνες πόλεις	136
5.1 Βιώσιμες πράσινες πόλεις	138
5.2 Οφέλη των βιώσιμων πράσινων πόλεων	139
5.3 Στρατηγικές βιώσιμης πράσινης πόλης	140
5.4 Προσέγγιση για το σχεδιασμό βιώσιμων πράσινων πόλεων	141
5.5 Ταξινόμηση των πράσινων διαδρόμων	143
5.6 Παγκόσμια παραδείγματα	143

5.6.1 East Coast Greenway	144
5.6.2 Βέλγιο, The Sauvegarde/Puurs/Baasrode Greenway	145
5.6.3 Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο.....	146
5.6.4 Το έργο Priory Ecoduct Hoeilaart Ανατολική πλευρά, Βέλγιο.....	148
5.6.5 Radnor Trail, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ.....	150
5.6.6 Waterford Greenway, Ireland.....	150
5.7 Αναγέννηση πόλεων μέσα από τη φύση.....	151
5.7.1 Κατανάλωση γης και κλιματική αλλαγή.....	151
5.7.2 Αστική ανάπλαση και αποκατάσταση γεωργικών εκτάσεων.....	152
5.7.3 Στρατηγικές ανάπτυξης	152
5.8 Παραδείγματα αστικής ανάπλασης που συνδέονται με τη γεωργία	154
5.8.1 Expro Porte de Versailles	154
5.8.2 Επαρχία Benevento	154
5.8.3 Ferme Ouverte de Saint-Denis, κοντά στο Παρίσι.....	155
5.8.4 Η οικολογική πόλη Shenyang, Κίνα	156
5.8.5 Ρέικιαβικ, Ισλανδία.....	157
5.8.6 Βανκούβερ, Καναδάς.....	158
5.8.7 Ελσίνκι, Φινλανδία	158
5.8.8 Κέιπ Τάουν, Νότια Αφρική.....	160
5.8.9 Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια	161
5.8.10 Πόρτλαντ, Όρεγκον.....	162
5.8.11 Βερολίνο, Γερμανία	162
5.8.12 Στοκχόλμη, Σουηδία	166
5.8.13 Άμστερνταμ, Κάτω Χώρες.....	166
5.8.14 Κοπεγχάγη, Δανία.....	167
5.8.15 Μπασέλ, Ελβετία.....	168
5.8.16 Ντουμπάι.....	168
6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: Προστιθέμενη αξία πρασίνου στο αειφόρο κτίριο	169
6.1 Προστιθέμενη αξία πρασίνου, ολοκληρωμένο πλαίσιο	169
6.2 Πράσινη δροσερή στέγη	170
6.3 Συστήματα κάθετου πρασίνου	171
6.4 Κάθετοι κήποι.....	171
6.5 Αίσθημα άνεσης και ικανοποίησης ενοίκων	172
6.6 Οικονομικά οφέλη πρασίνου.....	173
6.7 Παραδείγματα πρασίνου σε βιώσιμα κτίρια στην Ολλανδία	175
6.7.1 Lumen: Wageningen—1998	175
6.7.2 Villa Flora: Venlo—2011	176
6.8 Παραδείγματα πράσινων τοίχων.....	177
6.8.1 Sport Plaza Mercator: Amsterdam—2006.....	177
6.8.2 City Hall: Venlo—2017	177
6.9 Παραδείγματα πράσινης οροφής	178
6.9.1 Library Technical University of Delft: Delft—1997	178
6.9.2 Urban Rooftop Farms Dakakker: Rotterdam—2017	180
6.9.3 Hotel Roof Garden: Zoku, Amsterdam—2016.....	180
6.9.4 Roof Park Vierhavenstrip: Rotterdam—2011	181
7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο: Μελέτες περίπτωσης ενεργειακά αυτόνομων κτιρίων	183
7.1 Γενικά	183
7.2 Το σχολείο θηλέων Rajkumari Ratnavati στο Rajasthan της Ινδίας.....	183
7.3 Η Αρένα Umwelt Spreitenbach στην Ελβετία	186
7.4 Το κτίριο Nest We Grow Taiki, Χοκάιντο, Ιαπωνία—2014	189
7.5 Το κτίριο Bullitt Center στο Σιατλ.....	191
7.6 Το Μουσείο του Αύριο στο Ρίο ντε Τζανέιρο.....	193
7.7 Το κτίριο Pixel Building στην Αυστραλία	194

8.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο: Σύνοψη, Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	197
8.1	Συμπεράσματα	197
8.2	Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	198
	Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές	199

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Προσδιορισμένες ροές υλικών για κάθε τύπο κτηρίου	54
Πίνακας 3.2: Προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας	54
Πίνακας 3.3: Ποσοστό Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά οικοδομικό υλικό	60
Πίνακας 3.4: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Ξύλο, Μπαμπού και Κάνναβη.....	69
Πίνακας 3.5: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Φελλού και Χαρτιού	80
Πίνακας 3.6: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Χάλυβα και Αλουμινίου	86

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1.1 Nikolay Doychinov «Προσαρμογή των συνόρων άνθρακα της Ε.Ε».	27
Εικόνα 1.2 Harsh Shukla «Εγκατάσταση ηλιακών πάνελ».....	32
Εικόνα 1.3 «Έργο Impact Solar της Lightsource bp στο Deport του Texas», πηγή: Lightsource BP.....	32
Εικόνα 1.4 «Λύσεις για την ενεργειακή κρίση έως το 2050»	37
Εικόνα 2.1 - Ένδειξη δύο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλιακής και της αιολικής https://www.yraithros.gr/ypen-ananeosimes-piges-energeias-einai-lysi/	40
Εικόνα 2.2: Πως λειτουργούν τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης https://www.wrightrenewableheating.co.uk/solar-thermal/	43
Εικόνα 2.3: Παθητικός τρόπος θέρμανσης κατοικίας.....	45
Εικόνα 2.4: Χρήση φωτοβολταϊκών στην κατοικία.....	46
Εικόνα 2.5: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα	47
Εικόνα 2.6: Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα.....	47
Εικόνα 2.7: Πως η βιομάζα γίνεται βιοενέργεια http://www.agroenergy.gr/categories/%ce%b2%ce%b9%ce%bf%ce%bc%ce%ac%ce%b6%ce%b1	49
Εικόνα 2.8: Γεωθερμία και ψύξη κατοικιών	50
Εικόνα 3.1: Φωτογραφία από πάνω με τρεις οικοδόμους στην οροφή ενός κτιρίου με χαλύβδινο οπλισμό που δένεται για ξυλότυπους σκυροδέματος, Kuala Malaysia-june 16, 2017.....	56
Εικόνα 3.2: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην σφραγισμένη γη.....	56
Εικόνα 3.3: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην μαλακή ξυλεία	57
Εικόνα 3.4: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην διασταυρούμενη ξυλεία	57
Εικόνα 3.5: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην πέτρα.....	57
Εικόνα 3.6: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα σε πλήλιο τοίχο από τούβλα	58
Εικόνα 3.7: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο οπλισμένο σκυρόδεμα.....	58
Εικόνα 3.8: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο γυαλί	59
Εικόνα 3.9: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στον χάλυβα	59
Εικόνα 3.10: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο οπλισμένο σκυρόδεμα.....	59
Εικόνα 3.11: Λεπτομέρειες κατασκευής με ξύλο OSB	65
Εικόνα 3.12: Κτήριο κατασκευασμένο με ξύλο OSB.....	65
Εικόνα 3.13: Δάπεδο εξωτερικού χώρου από OSB.....	66
Εικόνα 3.14: Ο κύκλος ζωής του ξύλου M-Wood 2	66

Εικόνα 3.15: Λεπτομέρειες ξύλου M-Wood 2.....	67
Εικόνα 3.16: Λεπτομέρεια ξύλινου γείσου	69
Εικόνα 3.17: Συστήματα θέρμανσης και ψύξης με εκπομπές ενέργειας που ενσωματώνονται σε ξύλινα δάπεδα	74
Εικόνα 3.18: Φωτογραφία της MGA Michael Green Architecture © Martin Tessler «Γενική εικόνα του συστήματος»	75
Εικόνα 3.19: Εσωτερική όψη του νέου κτιρίου, φωτογραφία της MGA Michael Green Architecture © Ema Pete	75
Εικόνα 3.20: Όψη των εφαρμοσμένων πάνελ μπαμπού.....	77
Εικόνα 3.21: Λεπτομέρεια του τμήματος του σπιτιού, όψη που δείχνει τη γυάλινη οροφή για την εισροή του ηλιακού φωτός, τομή σπιτιού: οι ανοιχτοί χώροι εξασφαλίζουν την κυκλοφορία του αέρα για την επίτευξη θερμικής άνεσης, φωτογραφία του Kengo Kuma Architects © Satoshi Asakawa	77
Εικόνα 3.22: Τρισδιάστατο σχέδιο που υποδεικνύει τα κύρια βιώσιμα χαρακτηριστικά	78
Εικόνα 3.23: Εξωτερικές απόψεις του κτιρίου, φωτογραφία της DP Architects © City Developments Limited.....	78
Εικόνα 3.24: Όψη του κτιρίου, φωτογραφία της PMC Arquitectos © João Morgado.	82
Εικόνα 3.25: Λεπτομέρεια του Swisscell χάρτινα πάνελ	83
Εικόνα 3.26: Γενική άποψη του κτιρίου, φωτογραφία του Shigeru Ban Architects © Didier Boy de la Tour	85
Εικόνα 3.27: Εσωτερικές όψεις του κτιρίου, φωτογραφία Shigeru Ban Architects © Didier Boy de la Tour.	85
Εικόνα 3.28: Jack in the Box, από Isamo Noguchi.....	88
Εικόνα 3.29: Γενική άποψη του κτιρίου, φωτογραφία © Nic Lehoux.....	90
Εικόνα 3.30: Κοντινή όψη της χαλύβδινης πρόσοψης, φωτογραφία © Nic Lehoux.	90
Εικόνα 3.31: "Cloud" του Isamo Noguchi.....	91
Εικόνα 3.32: Εξωτερική άποψη της πρόσοψης από αλουμίνιο, φωτογραφία του Farshid Moussavi Architecture © Benedict Luxmoore	92
Εικόνα 3.33: Εσωτερική και εξωτερική όψη της πρόσοψης από αλουμίνιο, φωτογραφία του Farshid Moussavi © Benedict Luxmoore.....	92
Εικόνα 3.34: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία του Polidura Talhouk Architects © Marcos Mendizabal	95
Εικόνα 3.35: Γενική όψη, φωτογραφία της BCHO Architects © Wooseop Hwang	97
Εικόνα 3.36: «Γενική άποψη» φωτογραφία © Kéré Architecture	99

Εικόνα 3.37: «Εσωτερική άποψη που δείχνει τα φωτεινά μοτίβα που παράγονται από την κεραμική οροφή» φωτογραφία © Kéré Architecture	99
Εικόνα 3.38: «Αεροφωτογραφία του κτιρίου» φωτογραφία © Kéré Αρχιτεκτονική.....	99
Εικόνα 3.39: Λεπτομέρεια γυάλινης πρόσοψης.....	100
Εικόνα 3.40: Εξωτερική άποψη, φωτογραφία © Steven Hall Architects	103
Εικόνα 3.41: Εσωτερική άποψη, φωτογραφία © Steven Hall Architects.....	103
Εικόνα 3.42: Γενική όψη του συστήματος, εικόνα © Kengo Kuma & Associates	105
Εικόνα 3.43: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία της GMP Architekten von Gerkan, Marg und Partner © Marcus Bredt.....	107
Εικόνα 3.44: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία της Kennedy & Violich Architecture © Michael Moser	108
Εικόνα 4.1: Σκίτσα για Βιοφιλική αρχιτεκτονική.....	110
Εικόνα 4.2: Πρασινή ζωή.....	111
Εικόνα 4.3: Φωτοκολάζ αναπαράστασης Πρασινής Πόλης.....	113
Εικόνα 4.4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Πράσινων κτηρίων	116
Εικόνα 4.5: Μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης με το πρόγραμμα Εξοικονομώ Αυτονομώ, φωτογραφίες πριν και μετά, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.....	131
Εικόνα 4.6: Π.Ε.Α. μετά τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν, η ενεργειακή απόδοση από Η κλάση πήγε στην Α κλάση, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.....	132
Εικόνα 4.7: Βίντεο με απεικόνιση από ψιλά των φωτοβολταϊκών πάνελ που προστέθηκαν στο κτήριο αναφοράς, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.....	132
Εικόνα 5.1: Χάρτης υγείας των κατοίκων, πηγή: Barton & Grant, 2006.....	139
Εικόνα 5.2: Σύγκριση του μοντέλου Hancock (πηγή: Hancock, 1993) (αριστερά), με το προτεινόμενο μοντέλο (δεξιά) που βασίζεται στον ορισμό της αειφορίας από την έκθεση Brundtland (Έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη: Το κοινό μας μέλλον, έγγραφο A/42/427 Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), Νέα Υόρκη, ΗΠΑ 1987), πηγή: δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα.....	141
Εικόνα 5.3: Ο χάρτης της East Coast Greenway, πηγή: East Coast Greenway Alliance (2019)	144
Εικόνα 5.4: Το Tobacco Trail στη Βόρεια Καρολίνα, μέρος της ευρύτερης ανατολικής ακτής Greenway..	144
Εικόνα 5.5: Courtesy Of East Coast Greenway Alliance	145
Εικόνα 5.6: Courtesy Of East Coast Greenway Alliance	145

Εικόνα 5.7: Puurs Greenway σε συνύπαρξη με μια ενεργή σιδηροδρομική γραμμή, πηγή: East Coast Greenway Alliance (2019)	145
Εικόνα 5.8: Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, πηγή: φωτογραφία από προσωπικό αρχείο Μ. Φαλτσέτα	146
Εικόνα 5.9: Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, εγκατάσταση διακοσμητικών στοιχείων άκρων, πηγή: Ίδρυμα Sonian Forest, ιδιωτικό ίδρυμα	146
Εικόνα 5.10: Κατασκευή της Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, πηγή: Ίδρυμα Sonian Forest, ιδιωτικό ίδρυμα	147
Εικόνα 5.11: Χάρτης που κατατοπίζει το πού βρίσκεται η Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες, Βέλγιο	148
Εικόνα 5.12: Φωτογραφική άποψη του δακτυλίου από ψηλά	149
Εικόνα 5.13: Ενσωμάτωση της γέφυρας στο φυσικό περιβάλλον	149
Εικόνα 5.14: Στιγμιότυπο της εξέλιξης του έργου Έργο σε εξέλιξη - Inhijzen brugdelen Ecorecreaduct De Priorij	149
Εικόνα 5.15: Radnor Trail, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ, πηγή: https://www.mypacer.com/routes/32251/cycling-trail-wayne-pennsylvania-usa	150
Εικόνα 5.16: Διαδρομή του Waterford Greenway στην Ιρλανδία	150
Εικόνα 5.17: Σχολικός κήπος του Ινστιτούτου Benevento "Bosco Lucarelli"	155
Εικόνα 5.18: Θερμοκήπιο Groof, πηγή: Interreg, Projet Groof - Saint-Denis Timelapse - La Ferme Urbaine de Saint-Denis	156
Εικόνα 5.19: Απεικόνιση της οικολογικής πόλης Shenyang	157
Εικόνα 5.20: Απεικόνιση της οικολογικής πόλης Shenyang	157
Εικόνα 5.21: Πανοραμική θέα του Βανκούβερ από το πάρκο Stanley, Βρετανική Κολομβία, Καναδάς	158
Εικόνα 5.22: Φωτογραφία της πόλης Ελσίνκι	158
Εικόνα 5.23: Οικολογική περιοχή Viikki, Φινλανδία	159
Εικόνα 5.24: Φωτογραφία της πράσινης περιοχής Viikki, Φινλανδία	159
Εικόνα 5.25: Η πόλη του Κεϊπ Τάουν, στη Νότιο Αφρική	160
Εικόνα 5.26: Άποψη της πόλης του Σαν Φρανσίσκο στην Καλιφόρνια	161
Εικόνα 5.27: Presidio, Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια	161
Εικόνα 5.28: Η βιώσιμη πόλη του Πόρτλαντ	162
Εικόνα 5.29: Απεικόνιση της πόλης του Βερολίνου	163
Εικόνα 5.30: Στιγμιότυπο του Πάρκου Tempelhofer Freiheit, πηγή: Visit Berlin / dagmar Schwelle	163

Εικόνα 5.31: Λαχανικά από το αγρόκτημα κατευθείαν στο πιάτο, πηγή: Visumate Infarm	164
Εικόνα 5.32: Ελκυστικός χώρος πρασίνου για αναψυχή στις συνοικίες Kreuzberg και Schoneberg του Βερολίνου	164
Εικόνα 5.33: Το κανάλι στην περιοχή Kreuzberg του Βερολίνου, πηγή: Επίσκεψη στο Βερολίνο / Dagmar Schwelle	165
Εικόνα 5.34: Τεχνολογικό Πάρκο Βερολίνου-Adlershof	165
Εικόνα 5.35: Φωτογραφία Στοκχόλμης	166
Εικόνα 5.36: Η πρώτη “αδιάβροχη – πράσινη” στάση του τραμ στο Αμστερντάμ.....	167
Εικόνα 5.37: Εικόνες από τις ανεμογεννήτριες στις επαρχίες του Άμστερνταμ	167
Εικόνα 5.38: Η βιώσιμη πόλη του Ντουμπάι.....	168
Εικόνα 6.1: Η αξία του πρασίνου σε μια γκρι πόλη, https://www.archdaily.com/976437/how-singapore-is-pioneering-the-way-to-creating-a-greener-urban-environment	169
Εικόνα 6.2: Φυτεμένη στέγη https://psi.princeton.edu/tips/2022/7/8/all-about-green-roofs	170
Εικόνα 6.3: Η αξία του κάθετου κήπου στις κατοικίες https://futurism.com/meet-the-worlds-largest-vertical-gardenapartment-building-2	172
Εικόνα 6.4: Lumen: Wageningen - Κήπος μέσα στο κτίριο https://weblog.wur.eu/international-students/2019/12/04/lumen-building-of-environmental-sciences-chair-groups/	175
Εικόνα 6.5: Villa Flora, Venlo.....	176
Εικόνα 6.6: Villa Flora, Venlo.....	177
Εικόνα 6.7: Sport Plaza Mercator https://rouhou.aminus3.com/image/2009-01-18.html	177
Εικόνα 6.8: City Hall: Venlo https://www.kraaijvanger.nl/en/projects/city-hall-venlo/	178
Εικόνα 6.9: Κάτοψη της πράσινης οροφής της βιβλιοθήκης του Technical University of Delft https://www.greenroofs.com/projects/delft-university-of-technology-library/	179
Εικόνα 6.10: Νυκτερινή εικόνα της βιβλιοθήκης και του κώνου, φωτισμός https://www.world-architects.com/en/mecanoo-delft/project/library-delft-university-of-technology	179
Εικόνα 6.11: Φυτεμένο δώμα στο Urban Rooftop Farms Dakakker https://www.brightvibes.com/rooftop-farm-dakakker-in-rotterdam/	180
Εικόνα 6.12: Φυτεμένο δώμα στο ξενοδοχείο Roof Garden https://www.greenroofs.com/projects/zoku-metropoolgebouw-metro-pool-building-roof-garden/	181
Εικόνα 6.13: Φυτεμένο πάρκο Vierhavenstrip https://land8.com/roofpark-vierhavenstrip-reunites-indoor-and-outdoor-urban-life/	181
Εικόνα 7.1: Εναέρια όψη του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani	184
Εικόνα 7.2: Εναέρια φωτογραφία μαθητριών στην στέγη του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani	184

Εικόνα 7.3: Εναέρια όψη των πάνελ της οροφής, φωτογραφία της Vinay Panjwani	185
Εικόνα 7.4: Φωτογραφία των μαθητριών στην οροφή του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani	185
Εικόνα 7.5: Εναέρια όψη του κτιρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani	186
Εικόνα 7.6: Τρισδιάστατα σχέδια του κτιρίου	186
Εικόνα 7.7: Εναέρια άποψη του κτιρίου, φωτογραφία René Schmid Architekten	187
Εικόνα 7.8: Εσωτερική άποψη που δείχνει το θερμοενεργό δάπεδο από σκυρόδεμα, φωτογραφία René Schmid Architekten	188
Εικόνα 7.9: Τρισδιάστατη τομή του κτιρίου	189
Εικόνα 7.10: Σύστημα TABS, θερμικά ενεργό οικοδομικό σύστημα	189
Εικόνα 7.11: Γενική φωτογραφία του κτιρίου, πηγή: Shinkenchiku-Sha	190
Εικόνα 7.12: Ξύλινη κατασκευή οροφής (χωνί) του κτιρίου	190
Εικόνα 7.13: Τρισδιάστατη απεικόνιση πολλαπλών λειτουργιών και χρήσεων του κτηρίου	191
Εικόνα 7.14: Οπτική της πολυανθρακικής πρόσοψης, πηγή: Shinkenchiku-Sha	191
Εικόνα 7.15: Το κτίριο βιώσιμης αρχιτεκτονικής Bullit Center	192
Εικόνα 7.16: Το μουσείο του αύριο, σύγχρονη αρχιτεκτονική που συνδυάζει τέχνη και βιωσιμότητα.....	194
Εικόνα 7.17: Το Pixel Building, ξεχωριστό για τη βιώσιμη αρχιτεκτονική του και την ενεργειακή του απόδοση.....	195

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός του παρόντος εγγράφου είναι να εξηγήσει και να συζητήσει την ιδέα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής ως ένα από τα πιο επίκαιρα και σημαντικά φαινόμενα στη σύγχρονη δόμηση. Γνωρίζοντας πλέον την έννοια την κλιματικής και ενεργειακής κρίσης και βιώνοντας τις επιπτώσεις τους, συμβάλλουμε στην συνεχή προσπάθεια αντιμετώπισης τους σε όλα τα επίπεδα. Το κατασκευαστικό κομμάτι αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα σημεία όπου μπορούμε να επεμβούμε. Έτσι ώστε να αλλάξουμε τον κλασσικό τρόπο σκέψης και δόμησης με σκοπό να μειώσουμε αισθητά την κατανάλωση ενέργειας, την κατάχρηση πόρων και την βελτίωση της υγείας των κατοίκων. Παρόλο που η ανάγκη ανάπτυξης του δομημένου περιβάλλοντος με σεβασμό προς τη φύση είναι κοινώς διακηρυγμένη, τα περισσότερα κτίρια εξακολουθούν να ανεγείρονται χωρίς την κατάλληλη κατανόηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Οι συγγραφείς της παρούσας εργασίας παρουσιάζουν τη διαμόρφωση και την εξέλιξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τη γέννησή της έως τα πιο προηγμένα σύγχρονα παραδείγματα. Η βιοκλιματική τεχνολογία είναι μια από τις σημαντικότερες μεθόδους για την ανάπτυξη της κλιματικής ζωής. Η εργασία βασίζεται στην ανάλυση διαφόρων μελετών περίπτωσης, οι οποίες αποτελούν τα καλύτερα παραδείγματα για το πώς λειτουργεί στην πράξη η έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ποιες ευκαιρίες δημιουργεί προκειμένου να καταδειχθεί ότι το σχετικό χαρακτηριστικό γνώρισμα που διακρίνει τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι να υπερβαίνει το σχεδιασμό κτιρίων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, κατασκευασμένων από ανανεώσιμα υλικά και που ικανοποιούν τους όρους των συστημάτων πιστοποίησης της βιώσιμης ανάπτυξης. Το αποτέλεσμα είναι ένα ασφαλές και άνετο κτίριο που συμβάλλει στην υγεία και τον πλούτο της βιοποικιλότητας χωρίς να βλάπτει το περιβάλλον, με άνεση των χρηστών στα βιοκλιματικά κτίρια. Για να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες προσδοκίες, το δομημένο περιβάλλον πρέπει να εξασφαλίζει επαρκές εύρος θερμοκρασίας, επαρκή υγρασία και ανταλλαγή αέρα, καλές ακουστικές παραμέτρους και σωστά σχεδιασμένο φωτισμό. Πρέπει επίσης να ανταποκρίνεται στις συνολικές προσδοκίες οπτικής άνεσης. Ωστόσο, στους βιοκλιματικούς χώρους προωθείται η χρήση ανανεώσιμων υλικών και πηγών ενέργειας και μειώνεται σημαντικά η κατασπατάληση ενέργειας. Είναι σαφώς πιο ζωτικής σημασίας για τον πραγματικά πράσινο σχεδιασμό η εφαρμογή των κατασκευών στο οικοσύστημα κατά τρόπο ώστε να γίνονται αναπόσπαστο τμήμα του. Η κατανοητή έτσι βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι λογική, καλά προσαρμοσμένη στο κλίμα, επομένως και οικονομική. Δημιουργεί μεγάλες ευκαιρίες και θα πρέπει να θεωρηθεί ως η λύση για ολόκληρο τον κόσμο.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Ο σχεδιασμός ενός κτηρίου αποτελεί την κατασκευή ενός συστήματος που συνδέεται και αλληλεπιδρά με το περιβάλλον που περιστοιχίζεται και υπόκειται σε μια σειρά από επιδράσεις που σχετίζονται με τις εποχιακές αλλαγές των κλιματικών συνθηκών και τις πολλαπλές και πολύπλευρες ανάγκες και απαιτήσεις των χρηστών των κτηρίων. Στόχος την συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η παρουσίαση και ανάλυση των εννοιών όπως «βιοκλιματικός σχεδιασμός», «πράσινο κτήριο», «ενεργειακά αυτόνομα κτήρια» και «πράσινες πόλεις». Σκοπός είναι ο σχεδιασμός με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και με φυσικά υλικά και παρουσίαση ποικίλων περιπτώσεων σε όλο τον κόσμο.

Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση του θεωρητικού υπόβαθρου του θέματος της ενεργειακής αυτονομίας σύμφωνα με την οικολογική δόμηση. Σκοπός της παρούσας εργασίας

είναι να αναδείξει κάποιες εφαρμογές και κυρίως τα οφέλη που απορρέουν από το βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτηρίων. Παρουσιάζονται τα κύρια χαρακτηριστικά των ΑΠΕ και των φυσικών υλικών. Στην συνέχεια προσεγγίζεται η έννοια της ενεργειακής αυτονομίας και της μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στο τέλος παρουσιάζονται περιπτώσεις τέτοιων κτηρίων.

Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία της πτυχιακής εργασίας βασίζεται σε μια πολυδιάστατη προσέγγιση που περιλαμβάνει:

- Συλλογή και ανάλυση βιβλιογραφίας σχετικής με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).
- Μελέτη υπάρχουσών περιπτώσεων κτιρίων που έχουν υιοθετήσει οικολογικές και ενεργειακά αυτόνομες πρακτικές.
- Αξιολόγηση των υλικών κατασκευής με βάση τον συνολικό κύκλο ζωής τους.
- Υπολογισμό του οικολογικού αποτυπώματος των υλικών και κατηγοριοποίησή τους ανάλογα με το βαθμό περιβαλλοντικής προτίμησης.
- Εφαρμογή της μεθοδολογίας που αναπτύχθηκε από τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. και το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.) για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων.
- Χρήση λογισμικού για τον υπολογισμό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και την κατηγοριοποίηση των κτιρίων σε ενεργειακές κατηγορίες.
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων και προτάσεις για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.
- Ανάλυση πραγματικών παραδειγμάτων κτιρίων που έχουν επιτύχει ενεργειακή αυτονομία και μηδενική κατανάλωση ενέργειας.
- Μελέτη των αποτελεσμάτων και των οφελών από την εφαρμογή βιοκλιματικού σχεδιασμού και χρήσης ΑΠΕ.
- Διατύπωση προτάσεων για μελλοντική έρευνα και πρακτικές εφαρμογές στον τομέα της οικολογικής δόμησης.
- Συμπεράσματα από την ανάλυση και τις μελέτες που παρουσιάστηκαν.

Αυτή η μεθοδολογία διασφαλίζει μια ολοκληρωμένη και συστηματική προσέγγιση στο θέμα της οικολογικής δόμησης και ενεργειακής αυτονομίας κτιρίων, προσφέροντας ταυτόχρονα θεωρητικές και πρακτικές λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στην πράξη.

Καινοτομία

Η πτυχιακή εργασία παρουσιάζει καινοτομίες στον τομέα της οικολογικής δόμησης και ενεργειακής αυτονομίας των κτιρίων. Αναλύει το βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων σε συνδυασμό με τη χρήση οικολογικών δομικών υλικών. Αυτή η προσέγγιση δεν είναι μόνο περιβαλλοντικά φιλική αλλά επίσης στοχεύει στην ενεργειακή αυτονομία και τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος. Αναλύεται η έννοια της ενεργειακής αυτονομίας και η επίτευξη μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Παρουσιάζονται πρακτικές λύσεις και παραδείγματα κτιρίων που έχουν επιτύχει αυτά τα πρότυπα, προωθώντας τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η εργασία αναδεικνύει πρακτικές εφαρμογές και τα οφέλη που απορρέουν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τη χρήση ΑΠΕ. Η παρουσίαση πραγματικών παραδειγμάτων και η ανάλυση των αποτελεσμάτων τους προσδίδει

αξία στη θεωρητική προσέγγιση της εργασίας. Επιπροσθέτως, η ενσωμάτωση κοινωνικών πτυχών όπως η χρήση πράσινων τοίχων και οροφών για την παραγωγή τροφίμων προσθέτει ένα καινοτόμο στοιχείο που ενισχύει τη βιωσιμότητα και την κοινωνική ευθύνη.

Δομή

Η δομή της πτυχιακής εργασίας οργανώνεται σε κεφάλαια και υποκεφάλαια ως εξής:

Κεφάλαιο 1: Κλιματική Αλλαγή και Ενεργειακό Τοπίο

- Κλιματική Αλλαγή
- Αίτια
- Επιπτώσεις
- Ενεργειακή Κρίση και Παραγωγή Ενέργειας
- Παραγωγή και Κατανάλωση Ενέργειας
- Αλλαγή Πολιτικών Προτύπων

Κεφάλαιο 2: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στις Κατοικίες

- Ορισμός και Τεχνολογίες
- Εκμετάλλευση Ηλιακής Ενέργειας
- Εκμετάλλευση Αιολικής Ενέργειας
- Εκμετάλλευση Βιομάζας
- Εκμετάλλευση Γεωθερμίας
- Σχεδιασμός και Ενσωμάτωση ΑΠΕ σε Κτίρια

Κεφάλαιο 3: Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα και Οικολογικά Δομικά Υλικά

- Περιβαλλοντικό Αποτύπωμα Υλικών
- Οικολογικά Δομικά Υλικά

Κεφάλαιο 4: Εναλλακτικοί Τρόποι Δόμησης και Πράσινη Δόμηση Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική

- Οικολογικός Σχεδιασμός και Πράσινη Δόμηση
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων
- Μελέτη Περίπτωσης

Κεφάλαιο 5: Αστικές Βιοκλιματικές Αναπλάσεις και Έξυπνες Πόλεις

- Βιώσιμες Πράσινες Πόλεις
- Στρατηγικές Βιώσιμης Πράσινης Πόλης
- Παραδείγματα Αστικής Ανάπλασης

Κεφάλαιο 6: Προστιθέμενη Αξία Πρασίνου στο Αειφόρο Κτίριο

- Προστιθέμενη Αξία Πρασίνου
- Παραδείγματα Πράσινων Κτιρίων

Κεφάλαιο 7: Μελέτες Περίπτωσης Ενεργειακά Αυτόνομων Κτιρίων

- Γενική Παρουσίαση
- Μελέτες Περίπτωσης

Κεφάλαιο 8: Συμπεράσματα από την ανάλυση και τις μελέτες που παρουσιάστηκαν.

Προτάσεις για μελλοντική έρευνα και εφαρμογές στον τομέα της οικολογικής δόμησης.

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Κλιματική αλλαγή

Η ενέργεια είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παράγει έργο. Λόγω της υπερβολικά αυξανόμενης παραγωγής και αντίστοιχα κατανάλωσης ενέργειας φτάνουμε με γρήγορο ρυθμό στην εξάντληση των πόρων του πλανήτη μας. Πιο συγκεκριμένα, η καταναλισκόμενη ενέργεια στον πλανήτη διπλασιάζεται κάθε 35 χρόνια. Καθώς ζούμε σε μία εποχή που μας επιτρέπει να παίρνουμε πληροφορίες πάνω στο θέμα, υπάρχει μεγάλη ανάγκη και υποχρέωση ως προς το περιβάλλον, να μορφωνόμαστε συνεχώς επί του θέματος και εν συνεχεία να βρίσκουμε καινοτόμες λύσεις για το ζήτημα αυτό. Στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τον ενεργειακό και βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων καθώς και τη χρήση οικολογικών δομικών υλικών. Ο ενεργειακός σχεδιασμός έχει σκοπό τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, των αντίστοιχων ρύπων αλλά και του φορτίου αιχμής για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα θερμική και οπτική άνεση μέσα στους χώρους. Επίσης ως βιοκλιματικός σχεδιασμός ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική νοείται ο σχεδιασμός κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) ο οποίος επιδιώκει την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης με τη όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη χρήση παθητικών συστημάτων θέρμανσης και δροσισμού. Για το σκοπό αυτό αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, το τοπικό κλίμα, συνήθως αναφερόμενο ως μικρόκλιμα, καθώς και τις ιδιότητες των υλικών δόμησης σε συνδυασμό με στοιχεία αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Η βιοκλιματική είναι κλάδος της αρχιτεκτονικής που λαμβάνει υπ' όψη τις επιταγές της οικολογίας και της βιωσιμότητας και αποσκοπεί στην προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Τέλος, ο προσδιορισμός των οικολογικών δομικών υλικών είναι μία διαδικασία πολύπλοκη, γενικευμένα μπορούμε να πούμε ότι αφορά το κατά πόσο το υλικό είναι φιλικό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, υγιεινό δηλαδή, και κατά πόσο το υλικό έχει χαμηλό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Συγκεκριμένα, τα υλικά πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις για να θεωρούνται οικολογικά. Πρωτίστως να είναι ανακυκλώσιμα και αφομοιώσιμα από το περιβάλλον, έπειτα να μην απαιτούν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή και επεξεργασία τους, καθώς επίσης να μην καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες φυσικών και πρώτων υλών, ιδιαίτερα εκείνων των οποίων τα αποθέματα έχουν αρχίσει να μειώνονται αισθητά στον πλανήτη, και, τέλος να μην είναι τοξικά ή βλαβερά για την υγεία των χρηστών και για το περιβάλλον.

1.1 Κλιματική αλλαγή

Ως αποτέλεσμα της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η κλιματική αλλαγή σχετίζεται με μακροπρόθεσμα καιρικά φαινόμενα στη Γη, όπως η θερμοκρασία, η στάθμη της θάλασσας και ο υετός. Το κλίμα της γης έχει αλλάξει ριζικά πολλές φορές από τότε, πριν από 4,5 δισεκατομμύρια χρόνια, που σχηματίστηκε ο πλανήτης. Διακυμάνθηκε μεταξύ θερμών περιόδων και περιόδων παγετώνων· οι κύκλοι αυτοί διαρκούσαν κάθε φορά δεκάδες χιλιάδες ή εκατομμύρια χρόνια. Κατά τα τελευταία 150 έτη (κατά τη λεγόμενη «βιομηχανική εποχή») οι θερμοκρασίες αυξήθηκαν ταχύτερα από ό,τι σε οποιαδήποτε άλλη εποχή, και τούτο λόγω της ανθρώπινης παρέμβασης.

Η κλιματική αλλαγή σε συνδυασμό με τις επιπτώσεις της τόσο στο φυσικό περιβάλλον όσο και σε άλλους τομείς της ανθρώπινης ζωής, όπως η οικονομία, είναι πλέον αδιαμφισβήτητες. Θέτονται σε κίνδυνο ο ίδιος ο άνθρωπος αλλά και η επιβίωση όλων των ζωντανών οργανισμών πάνω στην γη.

Τα αποτελέσματα είναι πλέον εμφανή ακόμη και στην καθημερινότητα μας. Οι όλο και μεγαλύτερες θερμοκρασίες έχουν ως αποτέλεσμα το λιώσιμο των πάγων στους πόλους, που με τη

σειρά του προκαλεί άνοδο της στάθμης της θάλασσας, οδηγώντας σε πλημμύρες και απειλώντας τα παράκτια περιβάλλοντα.



Εικόνα 1.1 Nikolay Douychinov «Προσαρμογή των συνόρων άνθρακα της Ε.Ε».

Η κλιματική αλλαγή συμβάλλει επίσης στην αύξηση των συχνών και έντονων ακραίων καιρικών φαινομένων, όπως οι καταιγίδες, η ξηρασία, οι καύσωνες και οι δασικές πυρκαγιές. Υπάρχουν πολύ έντονες περιφερειακές διαφορές όσον αφορά στα φαινόμενα αυτά, ενώ, κάποια μέρη του κόσμου επηρεάζονται περισσότερο από άλλα. Για τους παραπάνω λόγους είναι αναγκαίο ο άνθρωπος και η κοινωνία να στραφεί στους εναλλακτικούς τρόπους δόμησης κτιρίων αλλά και ολοκλήρων των πόλεων. Τα πράσινα κτίρια λοιπόν, πιο φιλικά στο περιβάλλον τα οποία θα μειώνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό τα αέρια του θερμοκηπίου, τα πλέον υπεύθυνα για την κλιματική αλλαγή. Επίσης, πρέπει να περιορίσουμε τα επιβλαβή αέρια που παράγονται από τις βιομηχανίες και τα αυτοκίνητα και γενικότερα να μάθουμε να ζούμε πιο κοντά και “πράσινα” στο φυσικό περιβάλλον.

1.2 Τα αίτια της κλιματικής αλλαγής

Τα αίτια και οι κατηγορίες της κλιματικής αλλαγής είναι πολυάριθμα και εκτείνονται σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας τα τελευταία 150 χρόνια. Λαμβάνοντας υπόψιν τον τομέα της βιομηχανίας, η κύρια αιτία της κλιματικής αλλαγής είναι η καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, κατά την οποία εκπέμπονται αέρια του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα. Άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η γεωργία και η αποψίλωση των δασών συμβάλλουν επίσης στον πολλαπλασιασμό τους. Το πρόβλημα είναι ότι τα αέρια αυτά παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, φαινόμενο του θερμοκηπίου, που σταδιακά οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη.

Οι καθημερινές ανθρώπινες δραστηριότητες ενισχύουν αυτό το αποτέλεσμα, προκαλώντας ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη. Παρά τις διεθνείς δεσμεύσεις, το επίπεδο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα εξακολουθεί να αυξάνεται, και το 2019 έφθασε σε ένα ακόμη ιστορικό ρεκόρ σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Μετεωρολογικό Οργανισμό (σχεδόν +150% σε σύγκριση με το 1750). Ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει οδηγήσει σε μεγάλη ανάγκη και χρήση πηγών ενέργειας όπως το πετρέλαιο και άλλα καύσιμα για διάφορες χρήσεις, όπως η κατάχρηση των αυτοκινήτων κατά την οποία απελευθερώνονται μεγάλες ποσότητες αέριων του θερμοκηπίου.

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας επίσης απαιτεί και εκμετάλλευση πρώτων υλών και πόρων. Ένα ακόμα σοβαρό αίτιο είναι η αύξηση της χρήσης λιπασμάτων στη γεωργία, που σε συνδυασμό με την αποψίλωση των δασών προκαλούν σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον μας. Τα αζωτούχα λιπάσματα ευθύνονται για τις εκπομπές υποξειδίου του αζώτου, που μαζί με τα φθοριούχα αέρια επιδρούν και αυτά στην υπερθέρμανση του πλανήτη μας. Τα τελευταία έχουν έως και 23.000 φορές μεγαλύτερη θερμοκρασιακή επίδραση από αυτή του διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης, μέσω της αποψίλωσης των δασών, τα δέντρα, που βοηθούν στην ρύθμιση του κλίματος, απορροφώντας μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, μειώνονται δραματικά, με αποτέλεσμα να χάνεται αυτή η ρύθμιση και το διοξείδιο του άνθρακα να παραμένει στην ατμόσφαιρα.

1.3 Οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής

Όλα τα αίτια που προαναφέρθηκαν προξενούν πολυσήμαντες επιπτώσεις στο περιβάλλον και σε οποιαδήποτε μορφή ζωής στον πλανήτη μας. Η ποιότητα της ανθρώπινης ζωής είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το φυσικό περιβάλλον και τις αλλαγές του. Οι αλλαγές που έχουν γίνει και συνεχίζουν να γίνονται προκαλούνται τόσο από φυσικά όσο και από ανθρωπογενή αίτια. Ειδικότερα, στα φυσικά αίτια περιλαμβάνονται οι γεωλογικές δράσεις (καθιζήσεις, ορογενέσεις, διαβρώσεις κτλ.), οι κλιματικές αλλαγές και οι φυσικές καταστροφές (π.χ. επιδημίες, πυρκαγιές) οι οποίες προξενούνται από ενδογενείς παράγοντες, των οποίων η δράση είναι φυσιολογική και συνυφασμένη με την εξέλιξη του φυσικού περιβάλλοντος.

Ο άνθρωπος αποτελεί παράγοντα αλλαγών στο περιβάλλον μόλις τα τελευταία περίπου 5.000 χρόνια. Οι επιδράσεις του στο περιβάλλον δεν είναι φυσιολογικές, και ως εκ τούτου, τα αποτελέσματά τους δεν είναι προβλέψιμα. Πολλές από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες διαταράσσουν τις πολύπλοκες σχέσεις των οργανισμών, τόσο μεταξύ τους όσο και με το αβιοτικό περιβάλλον τους, προκαλώντας δυσλειτουργίες ή ανωμαλίες που είναι δύσκολα ανατρέψιμες και πολλές φορές ανεπανόρθωτες.

Οι αρνητικές επιδράσεις του ανθρώπου στο περιβάλλον εντοπίζονται σε δυο κατηγορίες:

1. Στην υπέρμετρη κατανάλωση φυσικών πόρων (πρώτων υλών, νερού, ενεργειακών πόρων)
2. Στην περιβαλλοντική ρύπανση.

Η εξάντληση των πεπερασμένων φυσικών πόρων, ως συνέπεια της υπέρμετρης κατανάλωσής τους, αποτελεί το αγωνιώδη για τον πλανήτη σενάριο που επιχειρεί να αποτρέψει η λεγόμενη βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development), δηλαδή η ανάπτυξη που «εξασφαλίζει την κάλυψη των αναγκών (σε φυσικούς πόρους) του παρόντος, χωρίς να διακυβεύει την κάλυψη των αναγκών του μέλλοντος».

Ως περιβαλλοντική ρύπανση (pollution) ορίζεται η παρουσία στο περιβάλλον κάθε είδους ουσιών, μορφών ενέργειας ή παθογόνων μικροοργανισμών, σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια, που μπορούν να προκαλέσουν είτε αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία, στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα είτε υλικές ζημιές, και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο και μη βιώσιμο. Σχετικά με τη ρύπανση τονίζεται ότι:

- Το έδαφος ρυπαίνεται κυρίως από τις γεωργικές δραστηριότητες (λιπάσματα, παρασιτοκτόνα κτλ.). Ρυπαίνεται επίσης από αστικά και βιομηχανικά στερεά και υγρά απόβλητα. Ακόμα, ρύπανση του εδάφους προκαλούν οι μεταφορές, μέσω της διάβρωσης των οδοστρωμάτων από τα νερά της βροχής και της επακόλουθης μεταφοράς των ρύπων στις παρακείμενες εδαφικές ζώνες.

- Ρύπανση των νερών (επιφανειακών και υπόγειων) προκαλείται κυρίως από τα υγρά απόβλητα με προέλευση τις αστικές χρήσεις, τις βιομηχανικές και τις γεωργικές δραστηριότητες, και, εν μέρει, από τις μεταφορές. Προκαλείται επίσης από την απόρριψη στερεών αποβλήτων (π.χ. μπάζα) σε υδάτινους αποδέκτες.
- Η ατμόσφαιρα ρυπαίνεται από τις εκλύσεις αέριων ρύπων, κυρίως από τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Ρυπαίνεται ακόμα από καύσεις και ενεργειακές καταναλώσεις για την τεχνητή θέρμανση και κλιματισμό κτιρίων.

Η υποβάθμιση του περιβάλλοντος από ανθρωπογενείς δραστηριότητες δεν οφείλεται μόνο σε υλικούς ρύπους. Πιο ειδικές μορφές ρύπανσης προκαλούμενες από ρύπους ενεργειακής φύσης, όπως είναι ο θόρυβος (προκαλεί ηχορύπανση), το τεχνητό φως (προκαλεί φωτορύπανση) και οι ακτινοβολίες γενικότερα, είναι επίσης βλαπτικές για τα οικοσυστήματα και το περιβάλλον τους.

Μια επιπλέον μορφή ρύπανσης, που πιθανότατα επηρεάζει μόνο τον άνθρωπο ενδεχομένως και τα ζώα, είναι η οπτική ρύπανση (visual pollution), η οποία αφορά την υποβάθμιση της ποιότητας του τοπίου, εξαιτίας της παρουσίας σε αυτό ακαλαίσθητων τεχνικών έργων ή αλλοίωσης του φυσικού τοπίου. Όλες αυτές οι μορφές ρύπανσης, στο πλαίσιο των αλλοιώσεων που προκαλούν στο περιβάλλον, υπονομεύουν ταυτόχρονα και την ικανότητά του για αναγέννηση, δηλαδή την έμφυτη ικανότητά του να «αυτοθεραπεύεται» και να συνεχίζει να συντηρεί τα οικοσυστήματα που φιλοξενεί. Μέτρο ή ένδειξη της συμμετοχής μιας δραστηριότητας στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος αποτελεί το λεγόμενο περιβαλλοντικό της αποτύπωμα (environmental footprint).

Σημαντικές κατηγορίες δραστηριοτήτων οι οποίες συνεισφέρουν αποφασιστικά στις ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, εφόσον καταναλώνουν συνολικά περισσότερο του 90% των φυσικών πόρων και ρυπαίνουν, επίσης, κατά ποσοστό υψηλότερο του 90% το περιβάλλον είναι:

- η βιομηχανία
- οι μεταφορές
- η θέρμανση και ο κλιματισμός των κτιρίων
- οι αστικές καταναλώσεις
- οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις

Πολλές από τις δραστηριότητες αυτές είναι παραγωγικές, δηλαδή αφορούν τη δημιουργία, επεξεργασία και διαχείριση προϊόντων και υπηρεσιών, για την κάλυψη των αναγκών του ανθρώπου και συνοψίζονται σε τέσσερις βασικούς τομείς:

- τον ενεργειακό τομέα
- την καθαυτό παραγωγική διαδικασία
- τις μεταφορές, και
- τη χρήση κτιριακών εγκαταστάσεων

Η κλιματική αλλαγή επηρεάζει τον ανθρώπινο οργανισμό με άμεσο και έμμεσο τρόπο. Η άμεση έκθεση πραγματοποιείται μέσα από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, οι βροχοπτώσεις, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας και τα συχνότερα ακραία καιρικά φαινόμενα. Η έμμεση έκθεση οφείλεται στη χαμηλότερη ποιότητα του νερού, του αέρα και του φαγητού, καθώς και στις μεταβολές του οικοσυστήματος, της γεωργίας, της βιομηχανίας, των οικισμών και της οικονομίας. Κατά συνέπεια, η κλιματική αλλαγή αυξάνει παγκοσμίως τις ήδη υπάρχουσες ασθένειες αλλά δημιουργεί και νέες, ενώ μπορεί να οδηγήσει και σε πρόωρο θάνατο.

Οι επιπτώσεις που έχει η κλιματική αλλαγή στην υγεία μπορούν χοντρικά να ενταχθούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

α) Επιπτώσεις που είναι άμεσες και συνήθως προκαλούνται από ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ. θάνατοι από καύσωνες).

β) Έμμεσες επιπτώσεις που προκαλούνται ως συνέπεια περιβαλλοντικών αλλαγών και οικολογικών διαταραχών που οφείλονται στην κλιματική αλλαγή (π.χ. ασθένειες που μεταφέρονται από κουνούπια ή τρωκτικά).

γ) Επιπτώσεις που προκαλούνται στον πληθυσμό λόγω της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και λόγω οικονομικών προβλημάτων που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή (π.χ. διατροφικά ή ψυχολογικά προβλήματα).

Τόσο η υγεία μας όσο και η επισιτιστική μας ασφάλεια απειλούνται, ιδίως στην Αφρική και την Ασία, όπου ζουν ορισμένοι από τους μεγαλύτερους στον κόσμο πληθυσμοί νέων. Όπως αναφέρεται στο Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP), η υπερθέρμανση του πλανήτη κατά 2 °C θα έθετε πάνω από το ήμισυ του πληθυσμού της Αφρικής σε κίνδυνο υποσιτισμού. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας έχει προειδοποιήσει ότι η υγεία εκατομμυρίων ανθρώπων θα μπορούσε να απειληθεί από την αύξηση της ελονοσίας, των υδατογενών νόσων και του υποσιτισμού. Θα έχει επίσης αντίκτυπο στην ανθρώπινη μετανάστευση, με προβλεπόμενη αύξηση των «κλιματικών προσφύγων». Από έρευνες που έχουν γίνει, η θανατηφόρος λοιμώδης νόσος της ελονοσίας στοίχισε 627,000 ζωές το 2012. Ωστόσο, η αναπτυσσόμενη λοιμώδης νόσος στον κόσμο είναι ο δάγκειος πυρετός, η συχνότητα εμφάνισης του οποίου έχει τριανταπλασιαστεί τα τελευταία 50 χρόνια, σύμφωνα με έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας. Καθώς η θερμοκρασία και η συχνότητα των βροχοπτώσεων αυξάνονται τα τελευταία χρόνια, αυξάνεται η υγρασία και μαζί της ο πληθυσμός των κουνουπιών που μεταφέρουν ασθένειες, οι οποίες είναι πιθανόν να εξαπλώνονται σε ευρύτερες περιοχές, με αποτέλεσμα μεγαλύτερος πληθυσμός των ανθρώπων να εκτίθεται στις αρρώστιες αυτές.

Τέλος, σύμφωνα με το Παγκόσμιο Πρόγραμμα Τροφίμων, αναμένονται ακραία καιρικά φαινόμενα όπως πλημμύρες, ξηρασίες, πυρκαγιές δασών και τροπικοί κυκλώνες που θα βλάψουν τα καλλιεργήσιμα εδάφη, απειλώντας την ασφάλεια των τροφίμων εκατομμυρίων ανθρώπων στον πλανήτη. Οι κλιματικές επιπτώσεις στην απόδοση των καλλιεργειών θα αυξήσουν τον αριθμό των υποσιτισμένων παιδιών κατά περίπου 11,000,000 στην Ασία, 10,000,000 στην Αφρική και 1,400,000 στις ΗΠΑ και τη Λατινική Αμερική.

1.4 Νέα ενεργειακή κρίση και σύγχρονο ενεργειακό τοπίο

Η νέα ενεργειακή κρίση δεν σχετίζεται μόνο με τις υψηλές τιμές του πετρελαίου ή με την εξάντληση των αποθεμάτων πετρελαίου και φυσικού αερίου. Η νέα κρίση προέρχεται από την πρόσφατη εισβολή θεμάτων κλιματικής αλλαγής στην ενεργειακή οικονομία και τη γεωπολιτική. Σήμερα η θέρμανση του κλίματος είναι μια αποδεδειγμένη πραγματικότητα και αναγνωρίζεται από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, αλλά κανείς δεν γνωρίζει ακριβώς ποιες θα είναι οι φυσικές, οικονομικές, γεωπολιτικές και κοινωνικές επιπτώσεις του φαινομένου. Θα μπορούσε να είναι πολύ δαπανηρό για την παγκόσμια οικονομία, ειδικά για τις πιο ευάλωτες χώρες που είναι συχνά και πιο φτωχές.

Η κλιματική αλλαγή αποκάλυψε πρόσφατα ότι η τρέχουσα ενεργειακή/περιβαλλοντική ισορροπία δεν είναι βιώσιμη. Η ανισορροπία μπορεί να περιγραφεί με μερικά νούμερα. Σήμερα ζουν 6,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι η γη. Μεταξύ αυτών, 1,2 δισεκατομμύρια αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 50% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και ευθύνονται για το 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Μεταξύ άλλων, περίπου 2 δισεκατομμύρια άνθρωποι ζουν με λιγότερα από δύο δολάρια την ημέρα. Δεν έχουν πρόσβαση ούτε σε σύγχρονα ενεργειακά προϊόντα (ηλεκτρισμός και προϊόντα πετρελαίου) ούτε σε καθαρό νερό, πράγμα που σημαίνει ότι δεν έχουν πρόσβαση στην οικονομική ανάπτυξη. Στη Δύση, κάθε πολίτης των ΗΠΑ καταναλώνει κάθε χρόνο οκτώ τόνους ισοδύναμου πετρελαίου χωρίς να είναι πρόθυμος να αμφισβητήσει τον αμερικανικό τρόπο ζωής.

Στην Άπω Ανατολή, ένας Κινέζος πολίτης καταναλώνει λιγότερο από έναν τόνο ισοδύναμου πετρελαίου ετησίως, αλλά επιθυμεί περισσότερη οικονομική ανάπτυξη και περισσότερο πλούτο, συμπεριλαμβανομένης της ιδιοκτησίας αυτοκινήτου. Αυτό είναι απλώς αδύνατο και πρακτικά θα απαιτούσε άλλους δυο πλανήτες. Από τη μία πλευρά, εκατομμύρια άνθρωποι πρέπει να αυξήσουν την κατανάλωση ενέργειας για να τροφοδοτήσουν την οικονομική τους ανάπτυξη. Από την άλλη πλευρά, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν για να διατηρηθεί ο πλανήτης καθαρός σε επίπεδα αποδεκτά για τις επόμενες γενιές.

Η κατάσταση επιδεινώνεται αν λάβουμε υπόψη τους δημογραφικούς παράγοντες που θα δουν τον παγκόσμιο πληθυσμό να αυξάνεται από 6,5 σε 9 δισεκατομμύρια πριν από το 2050, με την πλειοψηφία των νεοφερμένων να γεννιούνται σε αναπτυσσόμενες χώρες. Η πρόκληση του αιώνα είναι να παρέχουμε αρκετή τροφή, νερό και ενέργεια χωρίς να βλάπτουμε περαιτέρω το περιβάλλον, κάτι που με άλλα λόγια σημαίνει «βιωσιμότητα».

Η ενέργεια απαιτείται για διάφορες πρακτικές λειτουργίες, συμπεριλαμβανομένης της μεταφοράς και μετακίνησης, της προετοιμασίας φαγητού, του καθαρισμού του νερού, της επικοινωνίας και άλλων. Ο παγκόσμιος πληθυσμός και η οικονομική επέκταση έχουν συμβάλει στην αύξηση της χρήσης ενέργειας με την πάροδο του χρόνου. Η αποδοτικότητα των υπηρεσιών τελικής χρήσης ενέργειας βελτιώθηκε σταδιακά λόγω της τεχνολογικής προόδου και της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση. Ωστόσο, η βελτίωση αυτή δεν ήταν πάντοτε επαρκής για να αντισταθμίσει την αύξηση της ζήτησης για ενεργειακές υπηρεσίες, όπως η παραγωγή και η κατανάλωση βασικών προϊόντων.

Επιπλέον, η συνεχιζόμενη σύγκρουση μεταξύ Ρωσίας και Ουκρανίας έχει προκαλέσει ενεργειακή κρίση που έχει επηρεάσει άμεσα το ενεργειακό κόστος θέρμανσης, ψύξης και μεταφοράς των νοικοκυριών.

Το 2021, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε πάνω από το 45% του φυσικού αερίου της και σχεδόν το 40% της συνολικής κατανάλωσης φυσικού αερίου. Έμμεσα, αυτή η κρίση έχει αυξήσει τις τιμές των αγαθών και των υπηρεσιών σε όλες τις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού. Εκτός από την τρέχουσα ενεργειακή κρίση, η κυρίαρχη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το κύριο αέριο του θερμοκηπίου που ευθύνεται για την υπερθέρμανση του πλανήτη, είναι η ευρεία χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας.

Επομένως, οι μελετητές και οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων συμφωνούν γενικά ότι η ουδετερότητα του άνθρακα μέχρι τα μέσα του αιώνα και άλλοι κλιματικοί στόχοι μπορούν να επιτευχθούν μόνο με τη σταδιακή μείωση της παγκόσμιας ζήτησης ενέργειας σε βιώσιμο επίπεδο, καθώς και με τη χρήση τεχνολογιών αρνητικών εκπομπών.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από την ενεργειακή απόδοση και συντήρηση προσφέρουν πρόσθετα παράλληλα οφέλη και συμβάλλουν στην ασφάλεια του εθνικού ενεργειακού εφοδιασμού και στον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Αυτές περιλαμβάνουν τη μείωση της τοπικής ρύπανσης, την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, τη μείωση του ενεργειακού κόστους των νοικοκυριών, την ενίσχυση της παραγωγικότητας, τη βελτίωση της υγείας των ενοίκων στα κτίρια και τη συμβολή στη μείωση της ενεργειακής φτώχειας.

Απαιτείται αλλαγή στη συμπεριφορά και τον τρόπο ζωής των τελικών χρηστών ενέργειας για την επίτευξη πρόσθετης εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της μείωσης της ανάγκης για υπηρεσίες, η οποία υπερβαίνει τις επενδύσεις σε τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης, δεδομένης της αυστηρότητας και του επείγοντος χαρακτήρα του κλιματικού στόχου και της τρέχουσας παγκόσμιας αύξησης της ζήτησης ενέργειας. Τα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης για τα οχήματα, τις συσκευές, τα κτίρια και τα οικονομικά κίνητρα για νέες τεχνολογίες, και άλλα, υπήρξαν ιστορικά οι πρωταρχικοί στόχοι και προωθητές των καινοτομιών ενεργειακής απόδοσης.

Το 2016, οι συνδυασμένες βιομηχανίες κτιρίων και μεταφορών της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατανάλωναν πάνω από 652,1 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου, αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το 60% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (European-Environmental-Agency 2018). Η μείωση της χρήσης ενέργειας και η αύξηση της απόδοσης σε αυτούς τους δύο τομείς είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των στόχων του χάρτη πορείας της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το 2050, οι οποίοι απαιτούν μείωση κατά 80% στις συνολικές εκπομπές από τα επίπεδα του 1990.

Ως εκ τούτου, η επανεξέταση εξετάζει τα τρέχοντα και τα πιθανά μέσα πολιτικής για την προώθηση της ενεργειακής επάρκειας και διατήρησης, συμπεριλαμβανομένων των προοδευτικών οικιακών συσκευών, κτιρίων και προτύπων οχημάτων. Η ανασκόπηση εξετάζει επίσης την ενεργειακή κρίση και διερευνά τις δυνατότητες των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπισή της. Επικεντρώνεται στον τρόπο εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και οχήματα, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης ηλεκτρικών και υδρογονοκίνητων οχημάτων.



Εικόνα 1.2 Harsh Shukla «Εγκατάσταση ηλιακών πάνελ»



Εικόνα 1.3 «Έργο Impact Solar της Lightsource bp στο Deport του Texas», πηγή: Lighsource BP

1.4.1 Παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας

Τρέχουσα κατάσταση της ενεργειακής κρίσης

Η ενέργεια είναι μία από τις πιο κρίσιμες πτυχές της σύγχρονης κοινωνίας, τροφοδοτώντας τις οικονομίες, τις μεταφορές και την καθημερινή ζωή. Με τα χρόνια, ο κόσμος έχει βασιστεί σε διάφορες πηγές ενέργειας, συμπεριλαμβανομένου του άνθρακα, του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και των ανανεώσιμων πηγών όπως η αιολική, η ηλιακή και η υδροηλεκτρική. Ωστόσο, καθώς ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται, η ζήτηση ενέργειας έχει αυξηθεί, οδηγώντας σε ενεργειακή κρίση που έχει εκτεταμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, στην οικονομία και την κοινωνία.

Επιπλέον, η ρωσική εισβολή στην Ουκρανία στις αρχές του 2022 τερμάτισε απότομα την ανάκαμψη της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας μετά την πτώση που προκάλεσε η πανδημία το 2020. Αυτή η εισβολή τροφοδότησε επίσης πληθωριστικές πιέσεις και επιβράδυνε την οικονομική ανάπτυξη. Οι εντάσεις στην αγορά υπήρχαν πριν από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία, αλλά έχουν επιδεινωθεί σημαντικά. Αυτό έχει προκαλέσει διακυμάνσεις στις τιμές της ενέργειας αυξήθηκε απότομα, ειδικά το φυσικό αέριο στις ευρωπαϊκές αγορές, και η απειλή για διακοπή του εφοδιασμού είναι μεγάλη

Ως αποτέλεσμα της κρίσης, πολλά έθνη έπρεπε να επανεκτιμήσουν τις ανάγκες τους για ενεργειακή ασφάλεια. Η κρίση έχει καταστρέψει τις ενεργειακές σχέσεις με τη Ρωσία που βασιζόνταν στην αρχή της εμπιστοσύνης και του αξιόπιστου εφοδιασμού. Το ενεργειακό τοπίο έχει αναδιαμορφωθεί ριζικά λόγω των παραπάνω. Έχουν πυροδοτηθεί διάφορες ιδέες και κατ' επέκταση δράσεις για την ενίσχυση της ενεργειακής ασφάλειας αλλά και η χρηματοδότηση για ευρωπαϊκή παραγωγή της.

Ρεκόρ υψηλών ορυκτών καυσίμων.

Οι τιμές και οι αυξανόμενες εκπομπές παρέχουν αδιάσειστα επιχειρήματα για τη μείωση ή την εξάλειψη της εξάρτησής μας από αυτά τα καύσιμα. Επιπλέον, οι ανησυχίες σχετικά με την ενεργειακή ασφάλεια ενδέχεται να ενθαρρύνουν την ανανέωση των επενδύσεων στις υποδομές και τον εφοδιασμό με καύσιμα *sil*. Ο αντίκτυπος των διαφόρων επιλογών πολιτικής λαμβάνεται υπόψη σε αυτές τις προοπτικές. Το 2021, μετά τον πόλεμο, η Ευρωπαϊκή Ένωση εισήγαγε πάνω από 380 εκατομμύρια κυβικά μέτρα φυσικού αερίου ημερησίως, που ισοδυναμούν με περίπου 140 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, από τη Ρωσία μέσω αγωγού. Επιπλέον, παραδόθηκαν 15 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα υγροποιημένου φυσικού αερίου. Αυτές οι εισαγωγές από τη Ρωσία αντιπροσώπευαν περίπου το 45% των εισαγωγών φυσικού αερίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σχεδόν το 40% της συνολικής κατανάλωσης φυσικού αερίου το 2021 (IEA 2022β). Η Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκεται αντιμέτωπη με μια πρόσθετη πρόκληση σε αυτήν την ανησυχητική κατάσταση.

Ως αποτέλεσμα αυτής της διαταραχής, η ασφάλεια και η οικονομική προσιτότητα του ενεργειακού εφοδιασμού του μπλοκ απειλούνται σοβαρά, αναγκάζοντας τα κράτη μέλη να κάνουν σχέδια για απότομη μείωση της ζήτησης φυσικού αερίου έως τα τέλη του 2022 (Wang et al. 2023).

Οι τιμές πολλών ορυκτών καυσίμων μειώθηκαν στα χαμηλότερα επίπεδα των τελευταίων δεκαετιών λόγω της ιστορικής μείωσης της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας κατά τους πρώτους μήνες της κρίσης COVID-19 το 2020. Η ανάκαμψη των τιμών, ωστόσο, ήταν απίστευτα γρήγορη από τα μέσα του 2021. Μετά από σύντομη πτώση το 2020, οι τιμές του πετρελαίου έκτοτε ανέκαμψαν σε περίπου ή πάνω από 100 δολάρια το βαρέλι. Η παγκόσμια ενεργειακή κρίση είχε αρνητικό αντίκτυπο σε άτομα, επιχειρήσεις και ολόκληρες οικονομίες σε όλο τον κόσμο.

Το ενεργειακό κόστος θα αυξηθεί κατά 62,6-112,9%, με αποτέλεσμα την αύξηση των δαπανών των νοικοκυριών κατά 2,7-4,8%. Οι επιβαρύνσεις του ενεργειακού κόστους διέφεραν μεταξύ των

ομάδων νοικοκυριών λόγω των διαφορών στα πρότυπα κατανάλωσης, στη δομή της αλυσίδας εφοδιασμού και στις ενεργειακές ανάγκες. Η κλιμάκωση του κόστους διαβίωσης μπορεί ενδεχομένως να ωθήσει επιπλέον 78 εκατομμύρια έως 141 εκατομμύρια ανθρώπους σε συνθήκες ακραίας φτώχειας.

Για την άμβλυνση της ενεργειακής κρίσης, η στοχευμένη ενεργειακή βοήθεια μπορεί να στηρίξει τα ευάλωτα νοικοκυριά με ιδιαίτερη έμφαση σε είδη πρώτης ανάγκης, όπως τα τρόφιμα. Η ενεργειακή κρίση, συμπεριλαμβανομένων οικονομικών, πολιτικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, επηρεάζει σημαντικά την κοινωνία. Μία από τις πιο ορατές επιπτώσεις είναι το υψηλό ενεργειακό κόστος που επηρεάζει τόσο τις ανεπτυγμένες όσο και τις αναπτυσσόμενες χώρες, το οποίο έχει αλυσιδωτές επιπτώσεις στην οικονομία. Για παράδειγμα, το κόστος μεταφοράς έχει αυξηθεί λόγω των υψηλών τιμών των καυσίμων, οδηγώντας σε υψηλότερες τιμές των αγαθών.

Η νέα ενεργειακή κρίση: ένας επιταχυντής για μια παγκόσμια πράσινη μετάβαση.

Ο πόλεμος της Ρωσίας στην Ουκρανία δεν έχει οδηγήσει μόνο σε ανθρωπιστική κρίση στην Ουκρανία, αλλά και σε σοβαρές συνέπειες σε παγκόσμια κλίμακα. Αυτές περιλαμβάνουν μια ολόενα και επιδεινούμενη επισιτιστική κρίση, ιδίως στην αφρικανική ήπειρο, λόγω του σημαντικού ρόλου της Ουκρανίας ως σιτοβολώνα του κόσμου και μιας νέας ενεργειακής κρίσης που προκλήθηκε από την εξάρτηση πολλών χωρών από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα ως πηγή ενέργειας.

Στην ΕΕ, ο πόλεμος και ιδιαίτερα οι νέες κυρώσεις κατά της Ρωσίας που αφορούν επίσης την εισαγωγή ρωσικών εμπορευμάτων, π.χ. πετρελαίου, άνοιξαν το δρόμο για μια νέα και έντονη συζήτηση σχετικά με την ενεργειακή ανεξαρτησία από τη Ρωσία και την επιτάχυνση της μετάβασης προς την πράσινη ενέργεια. Στις 18 Μαΐου 2022, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσίασε το λεγόμενο σχέδιο REPowerEU για την αντιμετώπιση των διαταραχών της αγοράς ενέργειας που προκλήθηκαν από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία. Ως εκ τούτου, περιλαμβάνει δύο κύριους στόχους: την ανεξαρτησία της ΕΕ από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα και την πράσινη μετάβαση για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Το σχέδιο REPowerEU ακολούθησε πρόταση της Επιτροπής τον Μάρτιο που σχεδίαζε να καταστήσει την ΕΕ ανεξάρτητη από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα πριν από το 2030. Ο προϋπολογισμός που δαπανάται για το νέο σχέδιο πράσινης μετάβασης και ανεξαρτησίας από τα ρωσικά ορυκτά καύσιμα ανέρχεται σε 300 δισ. ευρώ έως το 2030. Επιπλέον, άλλα 12 δισ. ευρώ σχεδιάζεται να δαπανηθούν για την ανάπτυξη ορυκτών υποδομών (LNG, στρατηγικές υποδομές φυσικού αερίου, πετρέλαιο). Συνολικά, η αναμενόμενη εξοικονόμηση από τη μη εισαγωγή ορυκτών καυσίμων είναι περίπου 100 δισεκατομμύρια ευρώ ετησίως.

Εκτός από τα εσωτερικά μέτρα της ΕΕ, το σχέδιο REPowerEU ενσωματώνει εξίσου τη νέα εξωτερική ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ. Με τη στρατηγική, η ΕΕ επιταχύνει την ενεργειακή διπλωματία της που έχει δεσμευτεί για μια παγκόσμια πράσινη και δίκαιη ενεργειακή μετάβαση μέσω της ενεργειακής διαφοροποίησης, των ενεργειακών εταιρικών σχέσεων και της συνεργασίας). Ωστόσο, αρκεί αυτή η εξωτερική ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ υπό το πρίσμα μιας νέας ενεργειακής κρίσης για την επιτάχυνση μιας νέας παγκόσμιας πράσινης μετάβασης;

Η τρέχουσα ενεργειακή κατάσταση στον παγκόσμιο Νότο: το παράδειγμα της Αφρικής

Η αφρικανική ήπειρος φιλοξενεί βασικούς πόρους ορυκτών καυσίμων που απαιτούνται για μια πράσινη μετάβαση, συμπεριλαμβανομένων των υδρογονανθράκων, όπως τα λεγόμενα «πράσινα ορυχεία». Ο όρος πράσινα ορυκτά αναφέρεται σε όλα τα μεταλλικά στοιχεία που απαιτούνται για

την παραγωγή βιώσιμης τεχνολογίας όπως ηλιακά κύτταρα ή μπαταρίες: λιθίου, κοβαλτίου, χαλκού, μεταξύ άλλων. Εκτός από τον πλούτο των πόρων της, οι αφρικανικές χώρες πληρούν τις κύριες περιβαλλοντικές απαιτήσεις για την αποτελεσματική χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ιδίως των ηλιακών συλλεκτών. Ωστόσο, η ήπειρος χαρακτηρίζεται από ένα από τα υψηλότερα ποσοστά ενεργειακής φτώχειας, ενώ ταυτόχρονα αντιμετωπίζει συνεχή και ισχυρή αύξηση του πληθυσμού. Σύμφωνα με το Africa Energy Outlook 2022, περίπου 600 εκατομμύρια άνθρωποι δεν έχουν πρόσβαση σε ηλεκτρικό ρεύμα, ειδικά στην υποσαχάρια Αφρική. Ο αριθμός αντιστοιχεί στο 43% του συνολικού πληθυσμού.

Ως εκ τούτου, η ενέργεια που χρησιμοποιείται στην ήπειρο εξακολουθεί να προέρχεται κυρίως από ορυκτές πηγές, όπως ο άνθρακας και το φυσικό αέριο, ενώ η ενεργειακή απόδοση των νοικοκυριών με πρόσβαση στην ενέργεια είναι μάλλον χαμηλή. Οι πόροι που χρησιμοποιούνται και οι ενεργειακές ανάγκες ποικίλλουν μεταξύ των περιφερειών και των χωρών.

Η επιτάχυνση της πράσινης μετάβασης στην Αφρική θα στηρίξει έτσι την επιδίωξη του Στόχου 7 για την «εξασφάλιση πρόσβασης σε προσιτή, αξιόπιστη, βιώσιμη και σύγχρονη ενέργεια για όλους» και του στόχου 7 της Αφρικανικής Ένωσης (ΑΕ) για την καθολική πρόσβαση στην ενέργεια της Ατζέντας 2063: η Αφρική που θέλουμε. Οι πιθανότητες μιας τέτοιας μετάβασης για τον πληθυσμό θα είναι ποικίλες: η βελτίωση της πρόσβασης σε καθαρή ενέργεια θα συμβάλει στη βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη με θετικά κοινωνικά και υγειονομικά οφέλη και θα δημιουργήσει νέες θέσεις εργασίας στον πράσινο τομέα.

Ωστόσο, η ενεργειακή μετάβαση αντιμετωπίζει αρκετά βάρη, ιδίως στις αγροτικές περιοχές. Οι Αφρικανοί οικονομικοί ερευνητές Njuguna Ndung'u και Abebe Shimeles έχουν περιγράψει μία από αυτές τις προκλήσεις σε ένα σχόλιο σχετικά με το ρόλο της Αφρικής στην Πράσινη Μετάβαση εν μέσω της παγκόσμιας αβεβαιότητας. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι τιμές της ενέργειας στην Αφρική είναι σχετικά 30% υψηλότερες από τον παγκόσμιο μέσο όρο και η σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο παραμένει ανέφικτη για τα περισσότερα νοικοκυριά. Έτσι, η μόνη λύση θα ήταν φθηνότερες και πιο ποικίλες πηγές ενέργειας προσιτές σε όλους. Λόγω των κλιματικών συνθηκών της Αφρικής, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι η πλέον κατάλληλη πηγή ενέργειας για την ικανοποίηση της απαίτησης.

Τι θα χρειαζόταν για να επιταχυνθεί η μετάβαση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις αφρικανικές χώρες;

Εκτός από τις εθνικές και αφρικανικές προσπάθειες συντονισμού, Ndung'u και Shimeles (2022) καθώς και το Africa Energy Outlook 2022 διευκρινίζουν ότι η παγκόσμια συνεργασία και οι εταιρικές σχέσεις είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη της ενεργειακής μετάβασης. Πράγματι, η διεθνής χρηματοδότηση του κλίματος είναι κεντρική λόγω της μεγάλης κλίμακας χρηματοδοτικών αναγκών για τη μετάβαση με τις μόνο περιορισμένες δυνατότητες των Αφρικανικών κρατών να κινητοποιήσουν κεφάλαια στη χώρα τους. Εκτός από την πρόσβαση σε οικονομικούς πόρους, υπάρχει μια ισχυρή ανάγκη για την οικοδόμηση ικανοτήτων, π.χ. κατάρτιση ειδικευμένου εργατικού δυναμικού, νέες τεχνολογίες, καθώς και την ανάπτυξη των μεταφορών καθώς και των ενεργειακών υποδομών, για παράδειγμα των δικτύων.

Υφιστάμενες εταιρικές σχέσεις ΕΕ-ΑΕ για την αντιμετώπιση αυτών των αναγκών

Μέχρι σήμερα, αρκετά προγράμματα εταιρικής σχέσης ΕΕ-ΑΕ αναζητούν την αντιμετώπιση του στόχου μιας πράσινης μετάβασης και στις δύο ηπείρους. Ενώ τα κράτη μέλη της ΕΕ, μεταξύ άλλων δυτικών χωρών, είναι περισσότερο υπεύθυνα για τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προκαλούν την αλλαγή του κλίματος, οι χώρες της ΑΕ δεν έχουν συμβάλει σημαντικά στις αιτίες της κλιματικής αλλαγής, αλλά επηρεάζονται κυρίως από τα αποτελέσματά της. Στην ΕΕ, η

συνεργασία με την Αφρική είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη τόσο των εσωτερικών στόχων μετάβασης που συνδέονται με τις πράσινες εισαγωγές και την ενεργειακή ζήτηση και τα υλικά που απαιτούνται για την πράσινη τεχνολογία, όσο και του εξωτερικού στόχου για την προώθηση μιας παγκόσμιας βιώσιμης αλλαγής. Επομένως, μια αναγκαστική εταιρική σχέση μεταξύ της ΕΕ και της ΑΕ θα μπορούσε εξίσου να μειώσει την εξάρτησή τους από την Κίνα όταν πρόκειται για την προμήθεια υλικών για πράσινες τεχνολογίες.

Πράγματι, σύμφωνα με Church και Crawford (2020), η Κίνα έχει «μερικά από τα μεγαλύτερα παγκόσμια αποθέματα μολύβδου, σεληνίου, χαλκού και ψευδαργύρου, καθώς και γραφίτη, λιθίου και τιτανίου», τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για τα ηλιακά και ενεργειακά συστήματα μπαταριών. Το υψηλό μερίδιο των ορυκτών πόρων στην Κίνα εντέλει αυξάνει τον κίνδυνο παγκόσμιας αστάθειας των τιμών της ενέργειας σε περίπτωση διακοπών στην αλυσίδα εφοδιασμού ή πολιτικών εντάσεων. Θα μπορούσε να οδηγήσει σε επανάληψη της τρέχουσας αύξησης των τιμών που σχετίζεται με την παγκόσμια εξάρτηση από τους ενεργειακούς πόρους της Ρωσίας, η οποία έχει ήδη επηρεάσει τις τιμές της ενέργειας στην Αφρική.

Επιπλέον, μια ενισχυμένη εταιρική σχέση για την πράσινη μετάβαση στηρίζει τις προαναφερθείσες δυνατότητες για βιώσιμη ανάπτυξη στον ενεργειακό τομέα και αυξημένη πρόσβαση στην ενέργεια για την ΑΕ. Τα πιθανά αποτελέσματα περιλαμβάνουν μεγαλύτερη απασχόληση, καλύτερη υγεία, μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στην κλιματική αλλαγή και μια αργή εξάλειψη της φτώχειας. Επιπλέον, αποτρέπει τις χώρες εξαγωγής ορυκτών καυσίμων της ΑΕ να επηρεαστούν από τα νέα μέτρα απαλλαγής από τις ανθρακούχες εκπομπές της ΕΕ, όπως ο μηχανισμός προσαρμογής των ορίων άνθρακα, ο οποίος αναπτύσσεται περαιτέρω μετά τις φιλοδοξίες της ΕΕ να γίνει κλιματικά ουδέτερος.

Πράγματι, οι διάφορες υφιστάμενες πρωτοβουλίες συνεργασίας όπως η Ενεργειακή Εταιρική Σχέση Αφρικής-ΕΕ (ΑΕΕΡ), η Συνεργασία για την Κλιματική Αλλαγή και τη Βιώσιμη Ενέργεια (CCSE) ή οι πρωτοβουλίες της Ομάδας Παρατηρήσεων της Γης (GEO) για την παρακολούθηση των επιπτώσεων του κλίματος με την Αφρική αντιμετωπίζουν τις ανάγκες των αφρικανικών κρατών για την επίτευξη μιας πράσινης μετάβασης. Παρόλα αυτά, τα τρέχοντα προγράμματα έχουν συχνά επικριθεί ως οικονομικά ανεπαρκή για μια πραγματική ενεργειακή μετάβαση και στερούνται μιας πραγματικής προσπάθειας οριζόντιας συνεργασίας

Η νέα εξωτερική ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ – ένας επιταχυντής για τις προσπάθειες μετάβασης Η νέα εξωτερική ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ που παρουσιάστηκε τον Μάιο του 2022 περιλαμβάνει αρκετά νέα μέτρα και πρωτοβουλίες για την ενίσχυση της ενεργειακής διπλωματίας της ΕΕ και της διεθνούς συνεργασίας σε θέματα ενέργειας. Ένα μέρος της στρατηγικής είναι μια ενεργειακή πλατφόρμα της ΕΕ, η οποία περιλαμβάνει την Αίγυπτο και την Αλγερία, καθώς και τις χώρες της υποσαχάριας Νιγηρίας, της Σενεγάλης και της Αγκόλα. Στόχος του είναι η επανεκκίνηση του ενεργειακού διαλόγου με την Αλγερία, η σύναψη νέων πολιτικών συμφωνιών για την προμήθεια ΥΦΑ με την Αίγυπτο και η διερεύνηση των δυνατοτήτων εξαγωγής ενέργειας στις χώρες της υποσαχάριας ηπείρου προκειμένου να εξασφαλιστεί ο ενεργειακός εφοδιασμός της ΕΕ.

Ιδιαίτερη έμφαση των ενεργειακών συμπράξεων δίνεται στο υδρογόνο. Εν τω μεταξύ, αναπτύσσονται διάφορα μέτρα για την επιτάχυνση της παγκόσμιας πράσινης και δίκαιης ενεργειακής μετάβασης στην αφρικανική ήπειρο.

Ως εκ τούτου, η πρωτοβουλία για την πράσινη ενέργεια ΕΕ-Αφρικής στο πλαίσιο του Global Gateway επικεντρώνεται ειδικά στην οικοδόμηση ενός ηλεκτρικού δικτύου, συνδέοντας διάφορα κράτη της νότιας και κεντρικής Αφρικής και υποστηρίζοντας έτσι την ανάπτυξη μιας αφρικανικής ενιαίας αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, ενσωματώνει προσαρμοσμένη υποστήριξη στις ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

χώρες στις φιλοδοξίες τους για ενεργειακή μετάβαση και προωθεί ιδιαίτερα την ανανεώσιμη παραγωγή υδρογόνου μέσω άμεσων επενδύσεων και έρευνας.



Εικόνα 1.4 «Λύσεις για την ενεργειακή κρίση έως το 2050»

Μέσω της προσέγγισής της, η Πρωτοβουλία για την Πράσινη Ενέργεια ανταποκρίνεται εν μέρει στις ανάγκες των αφρικανικών χωρών στο πλαίσιο της πράσινης ενεργειακής μετάβασης, ιδίως όσον αφορά τη δημιουργία μιας νέας υποδομής ενεργειακού δικτύου και την ενσωμάτωση σε μια ενιαία αγορά. Ωστόσο, δεν είναι σαφές πώς θα ανταποκριθεί η νέα στρατηγική της ΕΕ στις προαναφερθείσες δυσκολίες στις αφρικανικές χώρες για πρόσβαση στην ηλεκτρική ενέργεια στις αγροτικές περιοχές. Η πλειονότητα του πληθυσμού, ειδικά στις χώρες της υποσαχάριας ηπείρου, δεν μπορεί να αντέξει οικονομικά να συνδέσει τα σπίτια του στο ηλεκτρικό δίκτυο, πόσο μάλλον να πληρώσει τις τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, η αύξηση των χρηματοδοτικών πόρων της ΕΕ που διατίθενται στα κράτη για μια αποκεντρωμένη ανάπτυξη συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μειώνουν το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας και αυξάνουν την εύκολη πρόσβαση θα μπορούσε να ενισχύσει τη διαδικασία μετάβασης και την πρόσβαση στην ενέργεια σε όλα τα μέρη της χώρας. Η χρηματοδοτική στήριξη των αγροτικών ανανεώσιμων ενεργειακών προγραμμάτων θα μπορούσε να διευρύνει τα μεμονωμένα έργα χρηματοδότησης από την ΕΕ σε αυτόν τον τομέα, βλ. το πρόγραμμα στήριξης των ανανεωμένων πηγών ενέργειας για το 2020 στην υποσαχάρια Αφρική (see European Commission, 2020). Πράγματι, τέτοια μέτρα θα μπορούσαν να συνοδεύονται από την οικοδόμηση ικανοτήτων για την κατάρτιση του τοπικού πληθυσμού στην εγκατάσταση και συντήρηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δημιουργώντας έτσι απασχόληση και, στο μέλλον, ίσους όρους ανταγωνισμού μεταξύ των κρατών της Ένωσης και της ΕΕ. Μέχρι σήμερα, η ΕΕ έχει στηρίξει έργα οικοδόμησης ικανοτήτων που απευθύνονται στις τοπικές αρχές των χωρών της ΑΕ για τη διαχείριση των ανανεώσιμων πόρων (Ευρωπαϊκή Ένωση, 2018), ενώ η οικοδόμηση τοπικής τεχνικής ικανότητας έχει προσφερθεί κυρίως από μη κυβερνητικές οργανώσεις που δραστηριοποιούνται στα κράτη της ΑΕΙ (βλ. BrückenBauenMitderSonne, n.d.).

Συμπέρασμα

Η νέα παγκόσμια ενεργειακή κρίση που επιδεινώθηκε από την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία οδήγησε σε αυξημένες φιλοδοξίες της ΕΕ να δημιουργήσει νέα ανεξαρτησία από τα ορυκτά καύσιμα και να διαφοροποιήσει τον ενεργειακό της εφοδιασμό. Λόγω της παγκόσμιας κλίμακας της ενεργειακής μετάβασης και της ανάγκης για ενισχυμένες διεθνείς εταιρικές σχέσεις, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή εισήγαγε τη νέα εξωτερική ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ ως μέρος του σχεδίου REPowerEU.

Η στρατηγική ενισχύει τους στόχους μιας παγκόσμιας πράσινης μετάβασης μέσω της ενεργειακής διπλωματίας της ΕΕ. Αυτό το άρθρο έδειξε, χρησιμοποιώντας τη μελέτη περίπτωσης της Αφρικής, ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

ότι η νέα στρατηγική και οι πρωτοβουλίες ανταποκρίνονται πράγματι στις ανάγκες ορισμένων ηπείρων για να συνεχίσουν την πορεία τους προς μια πράσινη μετάβαση.

Ωστόσο, είναι εξαιρετικά αμφίβολο εάν τα τρέχοντα προγράμματα και οι εταιρικές σχέσεις θα είναι επαρκή για την προώθηση της συνολικής πρόσβασης στην ενέργεια, ιδίως στις αγροτικές περιοχές, οι οποίες απαιτούν την ανάπτυξη αποκεντρωμένων καθαρών και προσιτών πηγών ενέργειας.

Βεβαίως, είναι δύσκολο να προσφέρουμε ακριβή μέτρα και οικονομικούς πόρους ευθυγραμμισμένους με τις ανάγκες κάθε χώρας. Για πρώτη φορά, ενισχυμένες διμερείς εταιρικές σχέσεις, όπως η κοινή εταιρική σχέση για την ενεργειακή μετάβαση με τη Νότια Αφρική, θα μπορούσαν να αποτελέσουν έναν καλό δρόμο για να ακολουθήσουν, δεδομένου ότι οι εταιρικές αυτές σχέσεις σέβονται τις εθνικές ιδιαιτερότητες και προσφέρουν τη δυνατότητα ποικίλων χρηματοδοτικών και μέσων επιμερισμού των κινδύνων. Για το σκοπό αυτό, η νέα ενεργειακή στρατηγική της ΕΕ δημιουργεί μια βάση που θα πρέπει να αναπτυχθεί περαιτέρω για να επιτευχθεί πραγματικά μια παγκόσμια πράσινη μετάβαση και βιώσιμη ανάπτυξη στα κράτη της Αφρικής.

1.4.2 Αλλαγή πολιτικών προτύπων

Το ενεργειακό τοπίο αλλάζει όπως αλλάζουν οι ιδεολογίες και ο τρόπος ζωής των ανθρώπων. Η ανάγκη για την εκμετάλλευση της ενέργειας καθορίστηκε από δυο παγκόσμια γεγονότα.

1. Η πετρελαϊκή κρίση στην δεκαετία του εβδομήντα που είχε ως άμεσο αποτέλεσμα την άνοδο των τιμών του πετρελαίου. Από εκεί και πέρα δεν μπορούμε να μιλάμε για φθηνή ενέργεια. Επίσης κατανοήσαμε ότι οι πηγές πετρελαίου δεν είναι ανεξάντλητες οπότε δεν έχουμε άφθονη ενέργεια για κατανάλωση. Άρα οι επόμενες γενιές είναι αναγκαίο να διαπραγματευτούν άλλους τρόπους για την δημιουργία ενέργειας.

Η εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου την δεκαετία του ογδόντα είχε ως αποτέλεσμα την έκλυση επικίνδυνων αέριων και ρύπων στην ατμόσφαιρα λόγω των ανθρωπίνων ενεργειακών δραστηριοτήτων έκρουσε τον κώδωνα του κινδύνου για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις την ενέργειας.

Δημιουργήθηκε λοιπόν η ανάγκη για “καθαρή”, “πράσινη” ενέργεια. Έχει γίνει σαφές πλέον ότι το ενεργειακό πρόβλημα είναι οξύτατο πολιτικό και ταυτόχρονα παραμένει τεχνολογικό. Οι τεχνολογικές λύσεις είναι από την μια πλευρά η ορθολογική χρήση της ενέργειας (ΟΧΕ) και από την άλλη η εξάπλωση της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

Με το κίνημα την ανεξαρτησίας των φτωχών χωρών οι “απειλές” των πετρελαιοπαραγωγών χωρών και το παγκόσμιο περιβαλλοντικό κίνημα σε συνδυασμό με την επιστημονική έρευνα έφεραν αργά αλλά σταθερά άλλες απόψεις στο προσκήνιο καθιερώνοντας μάλιστα νέα ορολογία (ήπια ανάπτυξη, αειφόρος ανάπτυξη. Βιώσιμη ανάπτυξη, φιλικές προ το περιβάλλον τεχνολογίες καθαρή ενέργεια εξοικονόμηση ενέργειας ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κ.λπ.)

Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ):

- Λήψη μέτρων για την μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας
- Περιορισμός της σπάταλης της ενέργειας
- Χρήση της ενέργειας όπου όσο και όταν χρειάζεται
- Διαχείριση της ενέργειας με τρόπους με μεθόδους που σέβονται και προστατεύουν το περιβάλλον

Οι ΑΠΕ αποτελούν μια ανεξάντλητη πηγή τροφοδότησης ενέργειας αφού η προέλευση των περισσότερων είναι κατά βάση ο ήλιος κατ’ επέκταση η ηλιακή ενέργεια. Παρόλο που είναι ανεξάντλητα εκμεταλλεύσιμες και οικονομικά προστασίες συντελούν σε πολύ μικρό ποσοστό ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας. Η ΟΧΕ και η ΑΠΕ αποτελούν σήμερα την μόνη εφικτή και αποτελεσματική μέθοδο για την συγκράτηση της αυξημένης κατανάλωσης ενέργειας σε διεθνές επίπεδο και επομένως για την σταθεροποίηση και την μείωση των εκπομπών αέριων του θερμοκηπίου.

Στις βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες με τις πολιτικές που εφαρμοστήκαν μειώθηκε ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας αναλογικά με το επίπεδο ανάπτυξης. Η ύπαρξη ενεργειακών πόρων είναι μια κρίση ανάγκης σε κάθε κοινωνία. Οι σημερινές γενιές θεωρούν την ροή της ενέργειας με το απλό γύρισμα ενός διακόπτη, σαν κάτι το αυτονόητο και εντελώς φυσιολογικό χωρίς να συνειδητοποιούν ότι πίσω από τον διακόπτη βρίσκεται ο αγώνας πόρων και ο λυσσαλέος ανταγωνισμός των μεγάλων πολυεθνικών εταιρειών.

Η διατήρηση του σημερινού ενεργειακού και αναπτυξιακού μοντέλου και η επέκτασή του και στις αναπτυσσόμενες χώρες οδηγεί σε ανεξέλεγκτη κατανάλωση της ενεργείας, σε ένταση των ανταγωνισμών, στην ταχεία εξάντληση των ορυκτών καυσίμων και στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Η ΟΧΕ και η ΑΠΕ αναγνωρίζονται ως η μόνη λύση στο πρόβλημα της αειφόρου ανάπτυξης. Ο ρόλος του ανθρώπου σε πιο αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενεργείας θα του εξοικονομήσει περισσότερο χρόνο θα αποφέρει εισόδημα και θα βελτιώσει την υγεία και της συνθήκες διαβίωσης. Η εστίαση αυτή προωθεί γενικότερα αναπτυξιακούς στόχους καθώς έχει αποδειχθεί ότι η βελτίωση της διαβίωσης έχει ευεργετικό αποτέλεσμα σε όλες τις κοινωνίες.

2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Λειτουργία Κατοικιών

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη λειτουργία κατοικιών αποτελεί μια σημαντική προοπτική για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ανανεώσιμες πηγές, όπως ο ήλιος, ο άνεμος και η γεωθερμία, παρέχουν ανεξάντλητες πηγές ενέργειας που μπορούν να αξιοποιηθούν για την ηλεκτροπαραγωγή, τη θέρμανση και την ψύξη των κατοικιών. Μέσω της ενσωμάτωσης ανανεώσιμων ενεργειακών συστημάτων, όπως η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, ανεμογεννητριών και γεωθερμικών αντλιών, οι κάτοικοι μπορούν να επωφεληθούν από αειφόρες και βιώσιμες πηγές ενέργειας, μειώνοντας την εξάρτησή τους από τις παραδοσιακές μεθόδους παραγωγής ενέργειας. Αυτή η εξέλιξη προάγει την ενεργειακή αυτάρκεια, την οικονομία και την προστασία του περιβάλλοντος, αποτελώντας ένα σημαντικό βήμα προς μια πιο βιώσιμη και αειφόρο κατοικία. Έχει επίσης οικονομικά οφέλη για τους κατοίκους. Με τη μείωση των ενεργειακών δαπανών και την παραγωγή δικής τους ενέργειας, οι οικογένειες μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά χρήματα στο μακροπρόθεσμο. Επιπλέον, με τις συνεχώς αυξανόμενες τεχνολογικές προηγμένες λύσεις, το κόστος εγκατάστασης ανανεώσιμων συστημάτων έχει μειωθεί σημαντικά, καθιστώντας τις πιο προσιτή επιλογή για πολλούς. Επιπλέον, οι κυβερνητικές επιδοτήσεις και τα προγράμματα ενίσχυσης προάγουν την χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια, ενθαρρύνοντας έτσι τους κατοίκους να επενδύσουν σε αυτές τις βιώσιμες τεχνολογίες. Η συνδυασμένη αποτίμηση των οικονομικών και περιβαλλοντικών οφελών καθιστά τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μια ελκυστική και αποδοτική επιλογή για τους ιδιοκτήτες κατοικιών.



Εικόνα 2.1 - Ένδειξη δύο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλιακής και της αιολικής
<https://www.ypaidhros.gr/ypen-ananeosimes-piges-energeias-einai-lysi/>

2.1 Ορισμός ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Οι σύγχρονες κοινωνίες καταναλώνουν τεράστιες ποσότητες ενέργειας για θέρμανση σε κατοικίες και γραφεία, μεταφορές, παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και για βιομηχανική χρήση. Λόγω της οικονομικής προόδου και του αυξανόμενου βιοτικού επιπέδου, η ζήτηση για ενέργεια αυξάνεται συνεχώς. Προς το παρόν, η μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που, αργά ή γρήγορα, θα εξαντληθούν.

Η παραγωγή και η χρήση ενέργειας που προέρχεται από αυτές τις πηγές δημιουργεί μια σειρά περιβαλλοντικών προβλημάτων, το πιο σοβαρό από τα οποία, όπως όλοι γνωρίζουμε, είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται συνεχώς από τον κύκλο της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, τα οργανικά υλικά όπως το ξύλο, ακόμη και τα οικιακά και αγροτικά απόβλητα είναι πηγές ενέργειας που είναι πάντα διαθέσιμες και δεν εξαντλούνται ποτέ.

Είναι άφθονα στο φυσικό μας περιβάλλον και αποτελούν τις πρώτες πηγές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τις αρχές του 20ου αιώνα, όταν η ανθρωπότητα στράφηκε στην εντατική εκμετάλλευση άνθρακα και υδρογονανθράκων. Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη εκμετάλλευση των ΑΠΕ, καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων τους εμφανίστηκε στην αρχή, μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1979 και έγινε μόνιμο την επόμενη δεκαετία μετά την ευαισθητοποίηση του κοινού για το περιβαλλοντικό πρόβλημα παγκοσμίως.

Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν σημαντική πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Οι ΑΠΕ συμβάλλουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και ενισχύοντας την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού τους. Παράλληλα, οι ΑΠΕ έχουν μερίδιο στην προστασία του περιβάλλοντος γιατί η χρήση τους δεν το επιβαρύνει λόγω του ότι δεν παράγουν ρύπανση ή αέρια που αυξάνουν τον κίνδυνο κλιματικής αλλαγής. Έχει επίσης διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας ευθύνεται κυρίως για τη ρύπανση του περιβάλλοντος, καθώς σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, διύλιση και χρήση συμβατικών καυσίμων και ορυκτών.

Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό δυναμικό ΑΠΕ που μπορεί να προσφέρει μια πρακτική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών της αναγκών. Η χρήση των ΑΠΕ ολοένα και ενσωματώνεται στα κτίρια σήμερα, μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό τις ενεργειακές τους δαπάνες (για θέρμανση και ψύξη), θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες και η Ελλάδα είναι από εκείνες τις χώρες, με ένα αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, που δύναται να παρέχει μια σημαντικά εναλλακτική λύση στις ενεργειακές ανάγκες της χώρας, οδηγώντας την, στην απεξάρτησή της από τα συμβατικά καύσιμα.

2.2 Τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο και ολοένα και πιο σημαντικό τομέα στον τομέα της βιώσιμης κατασκευής και λειτουργίας. Η αυξανόμενη επίγνωση των περιβαλλοντικών προκλήσεων και η ανάγκη για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έχουν οδηγήσει σε αναζήτηση και υιοθέτηση νέων τεχνολογιών που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Από την ηλιακή ενέργεια και την αιολική ενέργεια μέχρι τη βιομάζα και τη γεωθερμική ενέργεια, αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν αποδοτικές και βιώσιμες λύσεις για την ενεργειακή ανεξαρτησία και τη μείωση του ανθρωπίνου αποτυπώματος. Στο παρόν κεφάλαιο, θα εξετάσουμε πιο αναλυτικά αυτές τις τεχνολογίες και τη χρήση τους στα κτίρια, παρουσιάζοντας τα οφέλη τους και την επίδρασή τους στην περιβαλλοντική αειφορία και την ενεργειακή απόδοση.

Ηλιακή ενέργεια: Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες και αξιοποιούμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπουν σε θερμική ενέργεια για θέρμανση νερού ή χώρων. Οι φωτοβολταϊκοί συλλέκτες μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια με τη χρήση φωτοκυττάρων. Η

ανάπτυξη της τεχνολογίας ηλιακής ενέργειας έχει οδηγήσει σε βελτιωμένη απόδοση, μείωση του κόστους και ευκολότερη ενσωμάτωση σε κτίρια και κατοικίες.

Αιολική ενέργεια: Η αιολική ενέργεια περιγράφει τη διαδικασία με την οποία ο άνεμος χρησιμοποιείται για την παραγωγή μηχανικής ισχύος ή ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ισχύ. Αυτή η μηχανική ισχύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συγκεκριμένες εργασίες (όπως η άλεση σιτηρών ή η άντληση νερού) ή μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια από μια γεννήτρια. Η ανάπτυξη σύγχρονων ανεμογεννητριών υψηλής απόδοσης και η επιλογή κατάλληλων τοποθεσιών έχει δημιουργήσει μια αξιόπιστη και αειφόρο πηγή ενέργειας που συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Βιομάζα: Η βιομάζα είναι ανανεώσιμη οργανική ύλη που προέρχεται από φυτά και ζώα. Περιέχει αποθηκευμένη χημική ενέργεια από τον ήλιο που παράγεται από τα φυτά μέσω της φωτοσύνθεσης. Η βιομάζα μπορεί να καεί απευθείας για θερμότητα ή να μετατραπεί σε υγρά και αέρια καύσιμα μέσω διαφόρων διεργασιών. Χρησιμοποιείται για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ως καύσιμο μεταφορών. Η βιομάζα αποτελεί σημαντικό καύσιμο σε πολλές χώρες, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες για το μαγείρεμα και τη θέρμανση.

Οι πηγές ενέργειας από βιομάζα περιλαμβάνουν:

Ξύλο και απόβλητα επεξεργασίας ξύλου - καυσόξυλα, συσσωματώματα ξύλου και ροκανίδια ξύλου, πριονίδια και απόβλητα εργοστασίων ξυλείας και επεξεργασίας επίπλων, και μαύρο υγρό από εργοστάσια χαρτοπολτού και χαρτιού. Γεωργικές καλλιέργειες και απόβλητα - καλαμπόκι, σόγια, ζαχαροκάλαμο, ξυλώδη φυτά, φύκια και υπολείμματα καλλιεργειών και επεξεργασίας τροφίμων, κυρίως για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Βιογενή υλικά στα αστικά στερεά απόβλητα - προϊόντα χαρτιού, βαμβάκι και προϊόντα μαλλιού, καθώς και απόβλητα τροφίμων, αυλών και ξύλου, ζωική κοπριά και ανθρώπινα λύματα για την παραγωγή βιοαερίου (ανανεώσιμο φυσικό αέριο).

Γεωθερμική ενέργεια: Η γεωθερμική ενέργεια είναι ένα είδος ανανεώσιμης ενέργειας που λαμβάνεται από το εσωτερικό της Γης. Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται κατά τον αρχικό σχηματισμό του πλανήτη και τη ραδιενεργό αποσύνθεση υλικών. Αυτή η θερμική ενέργεια αποθηκεύεται σε πετρώματα και ρευστά στο κέντρο της γης. Η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας στον πυρήνα της γης και της επιφάνειας οδηγεί σε μια συνεχή αγωγή θερμικής ενέργειας από το κέντρο προς την εξωτερική επιφάνεια του πλανήτη. Οι υψηλές θερμοκρασίες άνω των 4000°C προκαλούν το λιώσιμο ορισμένων πετρωμάτων στο κέντρο της Γης και τη δημιουργία καυτών λιωμένων πετρωμάτων το γνωστό μάγμα. Οι θερμοότητες αυτές προκαλούν επίσης την πλαστική συμπεριφορά του μανδύα και τη συναγωγή τμημάτων του προς τα πάνω, δεδομένου ότι είναι ελαφρύτερος από τα περιβάλλοντα πετρώματα. Τα πετρώματα και το νερό στο φλοιό της Γης φθάνουν σε υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμική ενέργεια που περιέχεται στα πετρώματα και τα ρευστά μπορεί να βρεθεί από ρηχά βάθη μέχρι και αρκετά χιλιόμετρα κάτω από την επιφάνεια της Γης.

2.3 Εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας

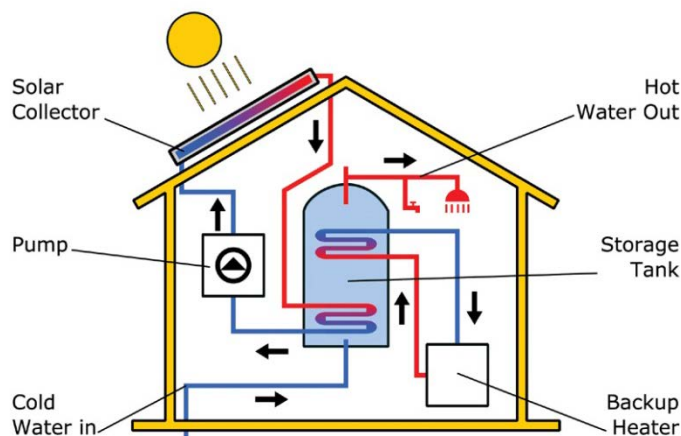
Η ηλιακή ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που βοήθησε τον άνθρωπο από την πρώτη κιόλας στιγμή της ύπαρξής του στη γη. Το κρύο, η υγρασία και η σκοτεινιά μείωναν, φυσιολογικά, τις ενέργειές του στο ελάχιστο. Όμως οι πρώτες ακτίνες του ήλιου που έπεφταν στη γη, δρούσαν και συνεχίζουν να δρουν με έναν ευεργετικό τρόπο τόσο στον άνθρωπο όσο και στην υπόλοιπη πλάση. Η θέρμανση, ο άνεμος, η φωτοσύνθεση, τα κύματα είναι όλα αποτελέσματα της ηλιακής

ενέργειας. Ο ήλιος είναι η βασική πηγή ζωής στον πλανήτη μας. Σχεδόν όλες οι μορφές παραγωγής ενέργειας είναι συσχετισμένες έμμεσα ή άμεσα με την ηλιακή.

Η ιδέα για την αξιοποίηση της θερμικής ακτινοβολίας του ήλιου εμφανίζεται από πολύ παλιά. Από την αρχή ακόμα, στον κτίσιμο των σπιτιών δίνονταν τέτοια κατεύθυνση προσανατολισμού έτσι ώστε να εκμεταλλεύονται την θερμότητα της ηλιοφάνειας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Αυτό ήταν κάτι που τράβηξε την προσοχή των ανθρώπων και έστρεψε την εφευρετικότητα και τις παρατηρήσεις τους στο ήλιο σαν μια φυσική πηγή θερμότητας. Με τον όρο Ηλιακή Ενέργεια χαρακτηρίζουμε το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Το φως και η θερμότητα που ακτινοβολούνται, απορροφώνται από στοιχεία και ενώσεις στη Γη και μετατρέπονται σε άλλες μορφές ενέργειας. Η τεχνολογία σήμερα αξιοποιεί ένα μηδαμινό ποσοστό της προσπίπτουσας στην επιφάνεια του πλανήτη μας ηλιακής ενέργειας με τριών ειδών συστήματα: τα θερμικά ηλιακά, τα παθητικά ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά συστήματα.

2.3.1 Θερμικά ηλιακά συστήματα

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα είναι μια τεχνολογία που χρησιμοποιεί την ενέργεια του ήλιου για τη θέρμανση νερού ή άλλων υγρών που χρησιμοποιούνται σε οικιακούς ή επαγγελματικούς χώρους. Αυτό το σύστημα αποτελείται από έναν συλλέκτη ηλιακής ενέργειας και έναν αποθηκευτή θερμότητας. Ο συλλέκτης ηλιακής ενέργειας είναι μια συσκευή που συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία και τη μετατρέπει σε θερμότητα. Οι συλλέκτες αυτοί αποτελούνται συνήθως από μαύρες ή μπλε ανοξείδωτες πλάκες που βρίσκονται επάνω σε ένα πλαίσιο και συνδέονται με έναν σωλήνα που διαθέτει υγρό. Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει τις πλάκες και αυτή η θερμότητα μεταφέρεται στο υγρό που διαθέτει ο σωλήνας. Στη συνέχεια, το υγρό αυτό μεταφέρει τη θερμότητα στον αποθηκευτή θερμότητας. Ο αποθηκευτής θερμότητας είναι ένα δοχείο που περιέχει το ζεστό υγρό και διατηρεί τη θερμότητά του. Οι αποθηκευτές αποτελούνται από θερμομονωτικό υλικό και έχουν συνήθως ένα ηλεκτρικό θερμαινόμενο στοιχείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του υγρού, όταν η ηλιακή ακτινοβολία δεν είναι αρκετή.



Εικόνα 2.2: Πως λειτουργούν τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης
<https://www.wrightrenewableheating.co.uk/solar-thermal/>

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα έχουν πολλά πλεονεκτήματα. Αρχικά, μειώνουν την ενεργειακή εξάρτηση από τις συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το κόστος του λογαριασμού της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού. Τέλος, μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, καθιστώντας τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα αυξάνουν την αξία του ακινήτου στο οποίο είναι εγκατεστημένα.

Παρόλα αυτά, υπάρχουν και μερικά μειονεκτήματα. Πρώτον, η επένδυση για την αγορά και την εγκατάσταση ενός θερμικού ηλιακού συστήματος μπορεί να είναι αρκετά υψηλή. Δεύτερον, η απόδοση της θερμικής ενέργειας εξαρτάται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την τοποθεσία και τον καιρό. Τρίτον, η συντήρηση και η επισκευή του συστήματος μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρή.

Για να αξιοποιηθεί πλήρως η δυνατότητα των θερμικών ηλιακών συστημάτων, είναι σημαντικό να επιλεγεί το κατάλληλο σύστημα για τις ανάγκες της κάθε περίπτωσης. Πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως η τοποθεσία, η ποσότητα του ζεστού νερού που χρειάζεται να παραχθεί, η κλίμακα του συστήματος και το κόστος επένδυσης. Οι επαγγελματίες του κλάδου μπορούν να βοηθήσουν στην επιλογή του κατάλληλου συστήματος και στην εγκατάστασή του.

Συνολικά, τα θερμικά ηλιακά συστήματα είναι μια αποδοτική και περιβαλλοντικά φιλική λύση για τη θέρμανση του νερού. Με τη σωστή εγκατάσταση και συντήρηση μπορούν να παρέχουν αξιόπιστη παροχή ζεστού νερού για πολλά χρόνια, και, να βοηθήσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του κόστους ενέργειας στο σπίτι. Επιπλέον, αποτελούν μια βιώσιμη εναλλακτική λύση στα συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα, όπως το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο.

Τέλος, τα θερμικά ηλιακά συστήματα μπορούν να συνδυαστούν με άλλες τεχνολογίες ηλιακής ενέργειας, όπως οι ηλιακοί συλλέκτες φωτοβολταϊκών κυψελών, για να παρέχουν μια ολοκληρωμένη λύση για την εξοικονόμηση ενέργειας και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Συνολικά, τα θερμικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μια αποδοτική, αξιόπιστη και περιβαλλοντικά φιλική λύση για τη θέρμανση του νερού. Με τη σωστή επιλογή, εγκατάσταση και συντήρηση, μπορούν να εξασφαλίσουν μια σταθερή παροχή ζεστού νερού για πολλά χρόνια, ενώ, παράλληλα, βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

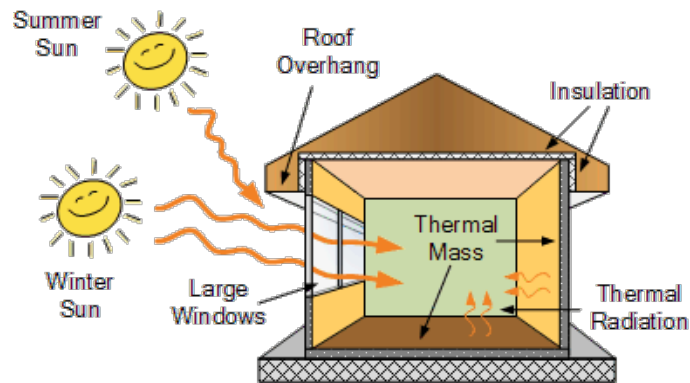
2.3.2 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Παθητική ηλιακή ενέργεια είναι η χρήση της ηλιακής ενέργειας με παθητικά μέσα για τη μείωση της ζήτησης θέρμανσης ενός κτιρίου. Ένα "παθητικό" ηλιακό σπίτι παρέχει ηλιακή ψύξη και θέρμανση για να διατηρεί στο σπίτι συνθήκες άνεσης χωρίς τη χρήση μηχανικού εξοπλισμού, όπως αντλίες ή ανεμιστήρες. Η παθητική ηλιακή ενέργεια βασίζεται καθαρά στον σχεδιασμό, την τοποθέτηση και τον τρόπο κατασκευής ενός συγκεκριμένου σπιτιού (ή άλλου κτιρίου), επιτρέποντάς του έτσι να ανταποκριθεί στο περιβάλλον του, με τη φύση να κάνει το μεγαλύτερο μέρος της εργασίας. Αυτό περιλαμβάνει επίσης τη συλλογή βρόχινου νερού από τις υδρορροές για το πότισμα του κήπου ή για οικιακή χρήση.

Ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός επικεντρώνεται στην τοποθέτηση του σπιτιού ή του κτιρίου, τη θέση των ανοιγμάτων (παράθυρα), τον εξαερισμό και τη μόνωση για να μειωθεί η ανάγκη για ηλεκτρική ενέργεια. Όποιος έχει καθίσει δίπλα σε ένα ηλιόλουστο παράθυρο με νότιο προσανατολισμό μια χειμωνιάτικη μέρα έχει νιώσει τις επιπτώσεις της παθητικής ηλιακής ενέργειας και το σπίτι ή το κτίριο σχεδιάζεται για να μεγιστοποιήσει τις δυνατότητες αυτής, για θέρμανση και ψύξη, οπότε ένας καλός σχεδιασμός ηλιακού σπιτιού είναι προσαρμοσμένος στο τοπικό κλίμα και περιβάλλον. Υπάρχουν διάφοροι τύποι σχεδιασμού παθητικής ηλιακής ενέργειας για κτίρια και αυτοί περιλαμβάνουν: το άμεσο ηλιακό κέρδος, τη θερμική αποθήκευση, το ηλιακό θερμοκήπιο κλπ.

Η απλούστερη μορφή είναι ο σχεδιασμός άμεσου κέρδους στον οποίο χρησιμοποιείται ένα μεγάλο παράθυρο με νότιο προσανατολισμό (στο βόρειο ημισφαίριο), συνήθως με διπλά τζάμια, για να επιτρέπει την είσοδο του ηλιακού φωτός στο κτίριο. Η ενέργεια του ηλιακού φωτός που εισέρχεται απευθείας από τα παράθυρα απορροφάται, μετατρέπεται σε θερμότητα και

αποθηκεύεται στη θερμική μάζα των τοίχων και του δαπέδου. Εκτός όμως από τη χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των σπιτιών και των κτιρίων μας, μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε και για τη ψύξη τους. Ενώ τα σχέδια παθητικής ηλιακής θέρμανσης συλλέγουν και αποθηκεύουν θερμική ενέργεια από το άμεσο ηλιακό φως, η παθητική ηλιακή ψύξη μπορεί να συμβάλει στην ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω της σκίασης των παραθύρων ή της δημιουργίας ροών αέρα με σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων για αερισμό.



Εικόνα 2.3: Παθητικός τρόπος θέρμανσης κατοικίας

<https://www.alternative-energy-tutorials.com/green-energy/passive-solar-energy.html>

Συνολικά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι μια πρακτική και αποδοτική τεχνολογία για τη θέρμανση και την ψύξη του σπιτιού με την εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Η χρήση παθητικών συστημάτων συμβάλλει στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από το δίκτυο και στη μείωση της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου.

Ωστόσο, τα παθητικά ηλιακά συστήματα έχουν και ορισμένους περιορισμούς. Η απόδοσή τους εξαρτάται από τη γεωγραφική τοποθεσία του σπιτιού, τον προσανατολισμό του και τις καιρικές συνθήκες. Επίσης, τα παθητικά συστήματα δεν είναι πάντα αποτελεσματικά για μεγάλες επιφάνειες και υψηλές θερμοκρασίες.

Συνολικά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μια βιώσιμη και αποδοτική εναλλακτική λύση για τη θέρμανση και την ψύξη του σπιτιού. Η χρήση τέτοιων συστημάτων μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση της εξάρτησης από τις πηγές ενέργειας με μεγάλο αντίκτυπο στο περιβάλλον, ενώ παράλληλα οδηγεί σε οικονομικά οφέλη για τους καταναλωτές.

2.3.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια τεχνολογία που εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πάνελ τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική ενέργεια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αρκετά πλεονεκτήματα. Αρχικά, παράγουν καθαρή ενέργεια από μια ανανεώσιμη πηγή, χωρίς τη χρήση ουσιών που εκλύουν αέρια του θερμοκηπίου και χωρίς να προκαλούν ρύπανση. Επιπλέον, μπορούν να τοποθετηθούν σε πολλά σημεία, από τα οικογενειακά σπίτια μέχρι τα μεγάλα επιχειρησιακά κτίρια και τα εργοστάσια. Τέλος, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά συστήματα μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες για μετέπειτα χρήση ή να διοχετευθεί απευθείας στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας.



Εικόνα 2.4: Χρήση φωτοβολταϊκών στην κατοικία
<https://house2home.ie/solar-panels/>

2.4 Εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που κερδίζει ολοένα και περισσότερο έδαφος στον τομέα της ενέργειας στις κατοικίες. Ο αέρας, ένας φυσικός πόρος που πάντα υπάρχει γύρω μας, μπορεί να μετατραπεί σε πηγή βιώσιμης και απεριόριστης ενέργειας μέσω των ανεμογεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες είναι συσκευές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική ενέργεια, παρέχοντας έναν βιώσιμο τρόπο παραγωγής ενέργειας για τις κατοικίες.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στις κατοικίες προσφέρει αρκετά οφέλη. Καταρχάς, προσφέρει ανεξαρτησία από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας και μειώνει την εξάρτηση από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η παραγωγή αιολικής ενέργειας είναι απολύτως καθαρή και δεν προκαλεί εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου ή άλλες μορφές ρύπανσης. Αυτό συμβάλλει στη μείωση του ανθρωπίνου αποτυπώματος και στην προστασία του περιβάλλοντος. Επιπλέον, η αιολική ενέργεια μπορεί να μειώσει το κόστος ενέργειας για τους κατοίκους, εφόσον παράγουν τη δική τους ηλεκτρική ενέργεια και μπορούν να αποφύγουν τις αυξανόμενες τιμές της ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο.

Παρακάτω, θα εξετάσουμε πιο αναλυτικά την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας στις κατοικίες, αναλύοντας τις τεχνολογίες ανεμογεννητριών που χρησιμοποιούνται, τις προκλήσεις που αντιμετωπίζονται κατά την εγκατάσταση και τη συντήρησή τους, καθώς και τα οφέλη που προσφέρουν στους κατοίκους και το περιβάλλον. Υπάρχουν διάφοροι εναλλακτικοί τύποι ανεμογεννητριών που έχουν αναπτυχθεί για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας.

2.4.1 Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα (Horizontal Axis Wind Turbines - HAWT) είναι οι πιο κοινές και ευρέως χρησιμοποιούμενες. Αυτές οι ανεμογεννήτριες έχουν κάθετες ανεμοπτέρυγες που περιστρέφονται γύρω από έναν οριζόντιο άξονα. Οι HAWT προσφέρουν υψηλή απόδοση, σταθερότητα και αξιοπιστία.



Εικόνα 2.5: Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα
https://energoplansa.com/megala_erga/

2.4.2 Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα

Οι ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα (Vertical Axis Wind Turbines - VAWT) έχουν ανεμοπτέρυγες που περιστρέφονται γύρω από έναν κατακόρυφο άξονα. Οι VAWT παρουσιάζουν το πλεονέκτημα να μπορούν να λειτουργούν με οποιαδήποτε κατεύθυνση του ανέμου, καθιστώντας τις ιδανικές για αστικά περιβάλλοντα με ανέμους.



Εικόνα 2.6: Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

2.4.3 Ανεμογεννήτριες απευθείας κίνησης

Οι ανεμογεννήτριες απευθείας κίνησης (Direct Drive Wind Turbines) λειτουργούν χωρίς τη χρήση κιβωτίου ταχυτήτων. Αυτό σημαίνει ότι ο ροτέρ που συνδέεται με τη γεννήτρια περιστρέφεται απευθείας από τον ανεμόμυλο. Η απουσία του κιβωτίου ταχυτήτων μειώνει τη συντήρηση και αυξάνει την αξιοπιστία της ανεμογεννήτριας.

2.4.4 Ανεμογεννήτριες με σύστημα μεταβλητής ταχύτητας

Οι ανεμογεννήτριες με μεταβλητή ταχύτητα (Variable Speed Wind Turbines) προσαρμόζουν την ταχύτητα περιστροφής των ανεμοπτέρυγων ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου. Αυτό βελτιστοποιεί την απόδοση και μειώνει τη φθορά των εξαρτημάτων.

Κάθε τεχνολογία ανεμογεννήτριας έχει τα πλεονεκτήματά της, τις προκλήσεις της, και η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του τοπίου και οι ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας είναι σημαντική για την επίτευξη μέγιστης απόδοσης και βέλτιστης αξιοποίησης του συστήματος.

2.5 Εκμετάλλευση βιομάζας

Η βιομάζα αναφέρεται σε οργανικό υλικό που προέρχεται από φυτική ή ζωική πηγή και χρησιμοποιείται ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας ή ενέργειας. Αυτό το οργανικό υλικό μπορεί να περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία, όπως ξύλο, χόρτα, κλαδιά, καλαμπόκι, απόβλητα καλλιεργειών, κοπριές ζώων και πολλά άλλα. Αποτελεί μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθώς προέρχεται από βιολογικά υλικά που ανανεώνονται συνεχώς μέσω της φωτοσύνθεσης. Οι πηγές βιομάζας μπορούν να είναι είτε από βιομάζα δασικών πόρων, είτε από γεωργικά απόβλητα, είτε από βιομάζα από απορρίμματα και απόβλητα τροφίμων.

Η χρήση βιομάζας έχει πολλά πλεονεκτήματα. Πρώτον, είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που βοηθά στη μείωση της εξάρτησης από τα μη ανανεώσιμα καύσιμα, όπως τα ορυκτά πετρέλαια και οι άνθρακες. Δεύτερον, η χρήση βιομάζας μπορεί να μειώσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και να συμβάλει στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Τρίτον, η βιομάζα μπορεί να προέρχεται από τοπικές πηγές, προωθώντας έτσι την τοπική οικονομία και μειώνοντας το κόστος μεταφοράς και εισαγωγής καυσίμων.

Τέλος, αξίζει να αναφερθούν και ορισμένες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της βιομάζας, όπως η καύση σε συστήματα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού, το βιοαέριο, η βιοανεξάρτητη θέρμανση, και η παραγωγή βιομάζας για ηλεκτρισμό. Οι τεχνολογίες αυτές περιγράφονται αναλυτικότερα παρακάτω.

2.5.1 Καύση σε συστήματα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού

Η καύση της βιομάζας μπορεί να γίνει σε συστήματα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού, όπως λέβητες και συστήματα πυρόλυσης. Κατά τη διάρκεια της καύσης, η βιομάζα παράγει θερμότητα που μεταφέρεται στο νερό και χρησιμοποιείται για θέρμανση και ψύξη κατοικιών, καθώς και για την παραγωγή ζεστού νερού για οικιακές ανάγκες.

2.5.2 Βιοαέριο

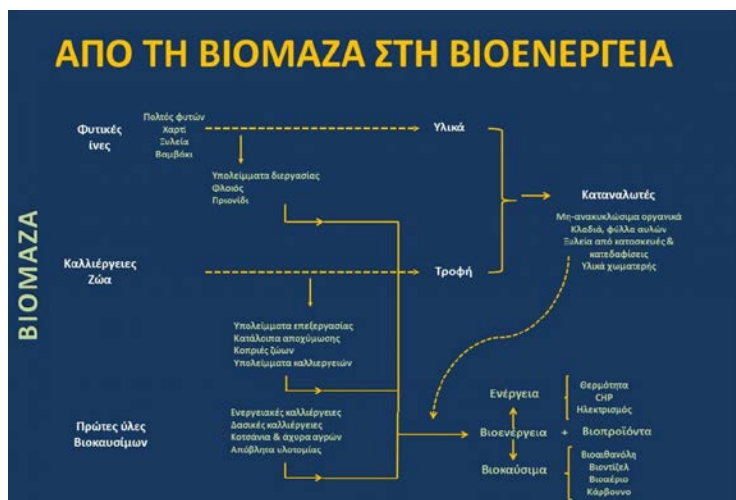
Η τεχνολογία του βιοαερίου επιτρέπει τη μετατροπή της βιομάζας σε αέριο, γνωστό και ως βιοαέριο. Οι βιοαναλύτες χρησιμοποιούνται για να αποσυνθέσουν τη βιομάζα σε αναερόβιες συνθήκες, παράγοντας ένα μείγμα αερίων όπως μεθάνιο (CH_4) και διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού μέσω καύσης ή για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

2.5.3 Βιοανεξάρτητη θέρμανση

Η βιοανεξάρτητη θέρμανση αναφέρεται στη χρήση μικρών συστημάτων θέρμανσης βασισμένων σε βιομάζα για τη θέρμανση μικρών χώρων ή κατοικιών. Παραδείγματα περιλαμβάνουν ξυλόσομπες, πέλλετ καυστήρες και συστήματα θέρμανσης με βιοκαύσιμα. Η βιοανεξάρτητη θέρμανση παρέχει μια εναλλακτική, αειφόρο, λύση για τη θέρμανση χώρων χωρίς την ανάγκη εξάρτησης από τα παραδοσιακά καύσιμα.

2.5.4 Παραγωγή βιομάζας για ηλεκτρισμό

Η παραγωγή βιομάζας για ηλεκτρισμό είναι μια τεχνολογία που αξιοποιεί τη βιομάζα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η διαδικασία μπορεί να περιλαμβάνει την καύση της βιομάζας σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρισμού ή τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών όπως το βιοαέριο και η θερμική διασπορά.



Εικόνα 2.7: Πως η βιομάζα γίνεται βιοενέργεια

<http://www.agroenergy.gr/categories/%ce%b2%ce%b9%ce%bf%ce%bc%ce%ac%ce%b6%ce%b1>

Κάθε μία από τις παραπάνω τεχνολογίες έχει τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς της, αλλά συνολικά συμβάλλουν στην προώθηση της βιώσιμης και ανανεώσιμης ενέργειας και στη μείωση της εξάρτησης από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας.

2.6 Εκμετάλλευση της γεωθερμίας

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας στις κατοικίες είναι μια ανανεώσιμη τεχνολογία που χρησιμοποιεί τη θερμότητα που παράγεται από το εσωτερικό της γης για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού. Αυτή η τεχνολογία βασίζεται στην αρχή ότι η θερμοκρασία της γης παραμένει σχετικά σταθερή κατά τη διάρκεια του χρόνου, ανεξάρτητα από τις αλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας. Μπορεί να γίνει με δύο βασικούς τρόπους: μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας και μέσω γεωθερμικών συστημάτων κατακόρυφων σωλήνων.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας λειτουργούν μεταφέροντας θερμότητα από το έδαφος προς το εσωτερικό του κτιρίου κατά τη χειμερινή περίοδο για θέρμανση, ενώ αντίθετα αποβάλλουν τη θερμότητα από το εσωτερικό προς το έδαφος κατά τη θερινή περίοδο για ψύξη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρών ή αερίων που κυκλοφορούν μέσα σε σωληνώσεις ή σωληνώσεις με καλώδια που τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα γεωθερμικά συστήματα κατακόρυφων σωλήνων χρησιμοποιούν βαθιά τοποθετημένους σωλήνες που γεμίζουν με υγρό που εκμεταλλεύεται τη θερμότητα του εδάφους. Οι σωλήνες αυτοί συνδέονται με θερμαντικά συστήματα για την παροχή ζεστού νερού ή θέρμανσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ενώ μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή δροσερού αέρα κατά τη θερινή περίοδο.

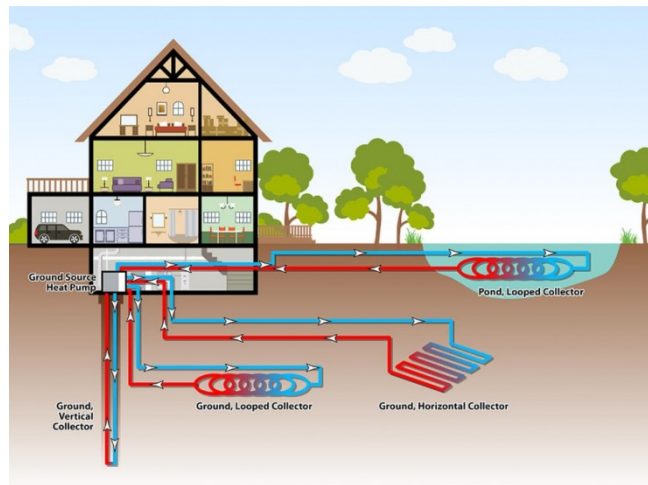
Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας στις κατοικίες έχει πολλά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, είναι μια αειφόρος και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που μειώνει την εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές καυσίμων. Επιπλέον, η χρήση της γεωθερμίας είναι φιλική προς το περιβάλλον, με μικρότερη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης. Επιπλέον, οι γεωθερμικές συσκευές έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και απαιτούν λίγη συντήρηση μειώνοντας το κόστος λειτουργίας και συντήρησης για τους ιδιοκτήτες κατοικιών.

Τέλος, η γεωθερμία μπορεί να συνδυαστεί με άλλες τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα ηλιακά πάνελ, για την επίτευξη μεγαλύτερης ενεργειακής απόδοσης και οικονομίας. Συνολικά, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας στις κατοικίες προσφέρει μια αποδοτική, αειφόρο και φιλική προς το περιβάλλον λύση για τη θέρμανση, τη ψύξη και την παραγωγή ζεστού νερού, ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

συμβάλλοντας στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Στη συνέχεια εξετάζονται αναλυτικότερα οι περιπτώσεις χρήσης της γεωθερμίας σε κατοικίες.

2.6.1 Θέρμανση κατοικιών

Η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κατοικιών μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (Geothermal Heat Pumps). Αυτές οι αντλίες εκμεταλλεύονται τη σταθερή θερμοκρασία του εδάφους σε βάθος για τη μεταφορά της θερμότητας και την παροχή θέρμανσης στο εσωτερικό του κτιρίου. Ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία, η γεωθερμία μπορεί να προσφέρει σταθερή και αποδοτική θέρμανση.



Εικόνα 2.8: Γεωθερμία και ψύξη κατοικιών

<https://www.mechanicalsolutions.gr/gr/products/geothermia-107>

2.6.2 Ψύξη κατοικιών

Η γεωθερμία μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη ψύξη κατοικιών μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η θερμότητα από το εσωτερικό του κτιρίου μεταφέρεται πίσω στο έδαφος με τη χρήση των αντλιών θερμότητας, παρέχοντας δροσιά και ψύξη στο εσωτερικό.

2.6.3 Παραγωγή ζεστού νερού

Η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζεστού νερού στις κατοικίες. Η θερμότητα που αντλείται από το έδαφος ή το νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του νερού που χρησιμοποιείται στις καθημερινές ανάγκες, όπως για το μπάνιο και την κουζίνα.

2.6.4 Κλιματισμός

Η γεωθερμία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή κλιματισμού στις κατοικίες μέσω γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Αυτή η τεχνολογία μπορεί να παρέχει κρύο αέρα κατά τους θερινούς μήνες, βελτιώνοντας την άνεση και την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

2.7 Σχεδιασμός και ενσωμάτωση ΑΠΕ σε κτίρια

Ο σχεδιασμός για την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις κατοικίες προϋποθέτει μια σειρά από βήματα και παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ακολουθούν μερικά από τα βασικά στάδια του σχεδιασμού:

1. Αξιολόγηση των ενεργειακών αναγκών: Σε πρώτο βήμα απαιτείται να αξιολογηθούν οι ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας. Αυτό περιλαμβάνει τον υπολογισμό της κατανάλωσης

ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού και ηλεκτρισμό. Με βάση αυτή την αξιολόγηση, μπορεί να καθοριστεί η κατάλληλη μέθοδος και τεχνολογία που θα χρησιμοποιηθεί.

2. Επιλογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Με βάση τις ενεργειακές ανάγκες και τις δυνατότητες της περιοχής, πρέπει να γίνει επιλογή των κατάλληλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που θα ενσωματωθούν στην κατοικία. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση ηλιακών συλλεκτών, ανεμογεννητριών, γεωθερμικής ενέργειας, βιομάζας κ.ά.

3. Σχεδιασμός του συστήματος: Ένας σημαντικός παράγοντας είναι ο σχεδιασμός του συστήματος που θα ενσωματωθεί στην κατοικία. Αυτό περιλαμβάνει την κατάλληλη τοποθέτηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τον υπολογισμό των απαιτούμενων συστημάτων ελέγχου, αποθήκευσης και διανομής ενέργειας.

4. Ανάλυση κόστους-οφέλους: Πριν από την τελική επιλογή και εγκατάσταση του συστήματος απαιτείται να γίνει ανάλυση κόστους-οφέλους. Αυτό περιλαμβάνει τον υπολογισμό του κόστους εγκατάστασης, συντήρησης και λειτουργίας του συστήματος σε σχέση με τα οφέλη που προκύπτουν από τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την εκτιμώμενη μείωση των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος.

5. Εγκατάσταση και συντήρηση: Τέλος, ακολουθεί η εγκατάσταση του συστήματος και η συντήρησή του για την απρόσκοπτη λειτουργία του. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι προδιαγραφές και οι οδηγίες του κατασκευαστή του εκάστοτε συστήματος, προκειμένου να διασφαλίζεται η αποτελεσματική και ασφαλής λειτουργία του συστήματος.

6. Ο σχεδιασμός για την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια κατοικιών είναι μια πολύπλοκη διαδικασία η οποία απαιτεί την αξιολόγηση πολλών παραγόντων. Σημαντικός είναι ο σωστός υπολογισμός των ενεργειακών αναγκών, η επιλογή της κατάλληλης τεχνολογίας και η σωστή εκτίμηση του οφέλους ως προς το κόστος κατασκευής και τοποθέτησης του συστήματος.

Με τη σωστή προσέγγιση και το σωστό σχεδιασμό, η ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις κατοικίες μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, κατά συνέπεια και στην προώθηση της βιωσιμότητας.

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: Περιβαλλοντικό αποτύπωμα και οικολογικά δομικά υλικά

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική μας δίνει την δυνατότητα να επιλέγουμε παραμέτρους για την κατασκευή κτιρίων όπως τα υλικά κατασκευής και ο προσανατολισμός ώστε το κτίριο που κατασκευάζουμε να έχει πλήρη προσαρμογή στο φυσικό περιβάλλον και ταυτόχρονα να μην υπάρχει επιβάρυνση. Τα τελευταία χρόνια τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό προτιμώνται έναντι των κτιρίων που κατασκευάζονται με την συμβατική αρχιτεκτονική των προηγούμενων δεκαετιών. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αυτών των κτιρίων είναι υλικά με ποικίλες δυνατότητες, με μεγάλη αντοχή οικολογικά και παρέχουν έναν μεγάλο συντελεστή θερμομόνωσης ηχομόνωσης και μόνωσης έναντι της υγρασίας. Οπότε το ποσοστό ενέργειας που καταναλώνεται είναι κατά το δυνατόν μικρότερο για τη θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου, ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια για τις καθημερινές ανάγκες.

3.1 Περιβαλλοντικό αποτύπωμα υλικών

Σήμερα, η καθημερινή κατανάλωση πρώτων υλών από την παγκόσμια κατασκευαστική βιομηχανία συσσωρεύεται, προκαλώντας εξάντληση των φυσικών πόρων, αυξημένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εκπομπές CO₂ στο περιβάλλον στο σύνολό του. Σήμερα, ο χάλυβας και το σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται ευρέως ως δομικά υλικά και κυριαρχούν στον κατασκευαστικό κλάδο. Ο κατασκευαστικός τομέας καταναλώνει όλο και μεγαλύτερες ποσότητες ογκομετρικής και λειτουργικής ενέργειας για την παραγωγή, την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση λόγω της δυνητικής σπανιότητας των φυσικών πόρων και της αύξησης των τιμών της ενέργειας.

Στο παρόν κεφάλαιο προσδιορίζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης χάλυβα και σκυροδέματος στον κατασκευαστικό κλάδο. Για τον μετριασμό αυτών των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, το κεφάλαιο συνοψίζει δύο στρατηγικές τεχνολογίας και πολιτικής:

1. Μείωση της κατανάλωσης, και

2. Επιλογή υλικών για τη μείωση των επιπτώσεων.

- Μείωση της κατανάλωσης: Σε όλο τον κόσμο η κατανάλωση υλικών αυξάνεται μέρα με τη μέρα και με την αύξηση του πληθυσμού που έχει ως αποτέλεσμα την εξάντληση πολλών υλικών από φυσικούς πόρους. Αυτή η εξάντληση των φυσικών πόρων μπορεί να μειωθεί με τη βοήθεια ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης των δομικών στοιχείων. Η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή τους μειώνει την κατανάλωση παρθένων υλικών. Υψηλό επίπεδο επαναχρησιμοποίησης των δομικών υλικών μπορεί να επιτευχθεί με την καθιέρωση προτύπων σχεδιασμού και κανονισμών για δομικά στοιχεία και μέσω κατάλληλης προώθησής τους στην αγορά.
- Επιλογή υλικών για μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων: Για την επιλογή των δομικών υλικών με ελάχιστες επιπτώσεις στο περιβάλλον οι σχεδιαστές πρέπει να έχουν την κατάλληλη εκπαίδευση και τα εργαλεία. Οι κυριότεροι τομείς για ενίσχυση είναι η εκπαίδευση των σχεδιαστών, η τυποποίηση και η απλούστευση των εργαλείων επιλογής, όπως η αξιολόγηση του κύκλου ζωής (AKZ).

Το αποτύπωμα άνθρακα αντιπροσωπεύει το συνολικό όγκο των αερίων του θερμοκηπίου (ΑΘ) που προκύπτει από την καθημερινή επιχειρηματική και ανθρώπινη δραστηριότητα. Η γνώση του αποτυπώματος μιας δραστηριότητας, το οποίο μετράται σε τόνους εκπομπών CO₂, είναι

σημαντική όταν πρόκειται να ληφθούν μέτρα και να δρομολογηθούν πρωτοβουλίες για τη μείωσή του στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο.

Όλα ξεκινούν από το τι κάνει κάθε άτομο καθημερινά. Το αποτύπωμα μετρά τα αέρια του θερμοκηπίου (GG) που παράγονται από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Κάθε φορά που κάποιος ταξιδεύει με το αυτοκίνητο, κάνει χρήση του ρεύματος, ανοίγει την τηλεόραση ή και σε πολλές άλλες χιλιάδες δραστηριότητες ρουτίνας, αφήνει στο πέρασμά του ένα ίχνος αερίων που συσσωρεύονται στην ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη.

Αυτές οι εκπομπές επιταχύνουν την κλιματική αλλαγή, προειδοποιούν τα Ηνωμένα Έθνη (ΟΗΕ) στους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης (ΣΒΑ), και αν δεν τις εξουδετερώσουμε εγκαίρως με την απαλλαγή της οικονομίας από τον άνθρακα και με άλλα μέτρα, όπως οι περιβαλλοντικοί φόροι, ένας πολύ πιο αφιλόξενος κόσμος είναι προ των πυλών.

Ο όρος λοιπόν "**Ανθρακικό Αποτύπωμα**" ουσιαστικά περιγράφει πόσος άνθρακας εκπέμπεται από ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, μια δράση ή μια ομάδα. Είναι σημαντικό να έχουμε κατά νου ότι λογίζεται επίσης ως ανταγωνιστική συνιστώσα του "οικολογικού αποτυπώματος". Το οικολογικό αποτύπωμα μετράει πόσο χρειαζόμαστε από τη φύση για να συντηρήσουμε τις ανάγκες μας. Αν υπάρχει διοξείδιο του άνθρακα που συσσωρεύεται στο περιβάλλον μας, αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει αρκετή βιοϊκανότητα για να απορροφήσει αυτές τις εκπομπές. Το οικολογικό αποτύπωμα μας, μας λέει πόση έκταση γης και φύσης χρειαζόμαστε για να εξουδετερώσουμε τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Το προσωπικό ή ατομικό αποτύπωμα άνθρακα είναι αυτό που αφήνει κάποιος ως αποτέλεσμα της μετακίνησης, της κατανάλωσης, της διατροφής και της χρήσης πόρων όπως η ενέργεια.

Όπως οι άνθρωποι, έτσι και οι εταιρείες παράγουν αέρια του θερμοκηπίου κατά την κατασκευή, τις μεταφορές και την κατανάλωση ενέργειας. Το εταιρικό αποτύπωμα μετρά όλες τις εκπομπές από τις εταιρείες και το πεδίο εφαρμογής τους, είτε είναι άμεσες και ελεγχόμενες είτε όχι. Από την άποψη αυτή, οι εταιρείες έχουν συνήθως τη δυνατότητα να μειώσουν ή να αντισταθμίσουν το αποτύπωμα άνθρακα, βελτιώνοντας την ενεργειακή τους απόδοση, καταναλώνοντας ενέργεια ανανεώσιμης προέλευσης, πραγματοποιώντας εκστρατείες ευαισθητοποίησης, επενδύοντας σε περιβαλλοντικά έργα, πληρώνοντας πράσινους φόρους και αγοράζοντας τόνους CO₂ στη διεθνή αγορά εκπομπών, μεταξύ άλλων επιλογών.

Τα οικοδομικά υλικά σε παγκόσμιο επίπεδο καταναλώνουν το 30-50% των διαθέσιμων πρώτων υλών και παράγουν περίπου το 40% των αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής σε χώρες του ΟΟΣΑ (OECD 2002, 2003). Τα οικοδομικά υλικά έχουν βαρύ αποτύπωμα άνθρακα και αποτελούν μια πρόκληση για το κλίμα. Ο "ενσωματωμένος άνθρακας" στα κτίρια προέρχεται κυρίως από την ενεργοβόρα παραγωγή τσιμέντου, χάλυβα, αλουμινίου, γυαλιού και μονωτικών υλικών. Η παραγωγή υλικών όπως το τσιμέντο περιλαμβάνει επίσης χημικές διεργασίες, οι οποίες απελευθερώνουν πρόσθετα αέρια του θερμοκηπίου (GHG), και οδηγεί στην εξάντληση φυσικών πόρων όπως η άμμος και στη διάβρωση των οικοσυστημάτων.

Ο πίνακας προσδιορίζει ορισμένες από τις σημαντικότερες ροές υλικών που εντοπίστηκαν, καθώς και τη κατανομή τους ανά τύπο κτιρίου. Η έκπληξη στη μελέτη ήταν η ποσότητα των υλικών που σχετίζεται με την αγορά οικιακών βελτιώσεων. Αυτό το δείχνει ότι η κατασκευή κατοικιών σε μαζικούς όρους είναι πολύ μεγαλύτερη από τις μη οικιστικές, και ότι ορισμένες από τις μεγαλύτερες μαζικές ροές συμβαίνουν σε έναν σχετικά μικρό αριθμό οικοδομικών υλικών και συγκεκριμένα: τούβλα, σκυρόδεμα, χάλυβας και ξυλεία.

	% Σύνολο	Σύνολο	Ξεχωριστό Σπίτι	Βελτίωση σπιτιού	Πολλαπλές μονάδες κατοικίες	Μη οικιστικά κτήρια
Χιλιάδες Τόνοι						
Αλουμίνιο	0,2	47	21	22	4	2
Τούβλο	23,2	6,270	3,760	1,440	387	683
Σκυρόδεμα	56,2	15,200	6,730	2,210	2,160	4,110
Τσιμέντο Ινών	1,0	270	106	118	21	26
Γυαλί	0,4	96	41	34	9	13
Σκληρό Ξύλο	0,53	143	24	115	1	3
Όλμος	3,85	1,040	606	229	72	127
Γυψοσανίδες	3,1	837	437	162	119	119
Κόντρα Πλακέ	0,2	43	11	29	0	4
Μαλακή Ευλεία	3,3	889	460	305	110	14
Χάλυβας	6,3	1,690	266	352	115	961
ΣΥΝΟΛΟ	100	27,013	12,462	5,016	2,998	6,062

Απαιτείται επανεξέταση του τρόπου με τον οποίο κατασκευάζονται τα κτίρια, προκειμένου να μειωθεί ο ενσωματωμένος άνθρακας. Οι στρατηγικές για τη μείωση του ενσωματωμένου άνθρακα υπάρχουν ήδη, από την πιο έξυπνη δόμηση μέχρι την απαλλαγή των δομικών υλικών από τον άνθρακα. Μπορούμε να χτίζουμε λιγότερο, να χτίζουμε με λιγότερα υλικά και να κατασκευάζουμε κτίρια με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Ταυτόχρονα, πρέπει να αυξήσουμε το μερίδιο αγοράς των εναλλακτικών υλικών χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπως τα βιοϋλικά.

Οι κυκλικές προσεγγίσεις στην κατασκευή μπορούν ακόμη και να μετατρέψουν τα κτίρια σε τράπεζες πολύτιμων υλικών που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μέσω της "αστικής εξόρυξης". Η δεύτερη και η τρίτη προσέγγιση απαιτούν μια διπλή στρατηγική. Χρειαζόμαστε ταχεία δράση για τη μείωση των εκπομπών από την παραγωγή συμβατικών δομικών υλικών, κυρίως σκυροδέματος και χάλυβα, αλλά και αλουμινίου, πλαστικού και γυαλιού.

Τα οικοδομικά υλικά και κατασκευαστικές λύσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα υπάρχουν ήδη και είναι έτοιμα να επεκταθούν. Εταιρείες και νεοσύστατες επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο έχουν αναπτύξει εναλλακτικά υλικά που έχουν γίνει προϊόντα αιχμής για τις σημερινές αγορές ακινήτων. Από τη βιομηχανική πλευρά, μεγάλες εταιρείες, όπως οι παραγωγοί τσιμέντου και χάλυβα, επιδιώκουν την απαλλαγή της παραγωγής τους από τις εκπομπές άνθρακα.

Πίνακας 3.2: Προσεγγίσεις για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας

Προσέγγιση για την αξιολόγηση της βιωσιμότητας
<p>Ένταση υλικών ανά μονάδα υπηρεσίας (MIPS)</p> <p>Μονάδα οικολογικής αποδοτικότητας που εξετάζει τη βιωσιμότητα της παραγωγής αναλύοντας τα προϊόντα σε υπηρεσίες που παρέχουν, και εξετάζει την ποσότητα των υλικών που πρέπει να διατεθούν για την παροχή μιας μονάδας υπηρεσίας, π.χ. ενός τοίχου ή μιας στέγης. Το MIPS εκφράζεται σε Kg ή τόνους μη ανανεώσιμων και ανανεώσιμων υλικών, αέρα και νερού.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Το MIPS βοηθά στην εννοιολόγηση της κλίμακας των δραστηριοτήτων που συνδέονται με τη χρήση ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας (όπως η ποσότητα υλικών που απαιτούνται για την κατασκευή ενός τόνου χάλυβα ή πλαστικού). • Η κλίμακα των δραστηριοτήτων (π.χ. εισροές υλικών) δεν σχετίζεται ή δεν κλιμακώνεται απαραίτητα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και το MIPS δεν παράγει δεδομένα για

συγκεκριμένες τοποθεσίες.

- Παρέχει πληροφορίες για σχετικά μικρό αριθμό περιβαλλοντικών κριτηρίων.

Ενσώματη ενέργεια

Ένα μέτρο της ενέργειας (μετρούμενο σε Μέγκα ή Γίγα Τζάουλ) που ενσωματώνεται σε ένα (απαιτούμενο για την κατασκευή ή την προμήθεια) προϊόν ή υπηρεσία.

- Η ενέργεια είναι μια χρήσιμη βάση σύγκρισης, καθώς ποσοτικοποιείται σχετικά εύκολα, μπορεί να προσαρμοστεί σε μια σειρά από μεθοδολογίες, και επειδή είναι ένας χρήσιμος υποκατάστατος για ευρύτερες επιπτώσεις - πολλές περιβαλλοντικές επιπτώσεις συνδέονται με Μέγα την παραγωγή ενέργειας. Ωστόσο, η ενέργεια δεν αποτελεί πάντοτε χρήσιμο δείκτη των επιπτώσεων. Η ενέργεια μπορεί να προέρχεται από ανανεώσιμες ή ορυκτές πηγές, για παράδειγμα. Δεν παρέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για άλλες κατηγορίες επιπτώσεων, και δεν υπάρχει τυποποιημένη μέθοδος αξιολόγησης.

Ενσωματωμένο νερό

Ένα μέτρο του νερού (μετρούμενο σε λίτρα) που ενσωματώνεται (απαιτείται για την παραγωγή ή την παροχή) ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας σε μια δεδομένη χρονική περίοδο.

- Όπως και για την ενσωματωμένη ενέργεια, πρόκειται για χρήσιμα δεδομένα, αλλά δεν είναι πάντα δείκτης ισοδύναμων επιπτώσεων.

Οικολογικό αποτύπωμα

Επιδιώκει να μετρήσει τις ανθρώπινες απαιτήσεις από τη φύση και συγκρίνει την ανθρώπινη κατανάλωση φυσικών πόρων με τη φυσική κατανάλωση της γης και την οικολογική ικανότητα της γης να τους αναγεννά.

- Ισχυρό εργαλείο επικοινωνίας, το οποίο, ωστόσο, στερείται ακρίβειας για λεπτομερή συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ επιλογών.

Ανάλυση κύκλου ζωής

Μέθοδος ανάλυσης σε έναν καθορισμένο κύκλο ζωής μιας σειράς περιβαλλοντικών δεικτών, π.χ. εκπομπές θερμοκηπίου, νερό, τοξικότητα για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, εξάντληση πόρων. Ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων που αξιολογεί μια ποικιλία περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής ενός προϊόντος ή διαδικασίας. Παρέχει ισχυρές δυνατότητες ανάλυσης, όπως ανάλυση τάσεων, σύγκριση εναλλακτικών λύσεων και προσδιορισμό των κύριων επιπτώσεων σε έναν κύκλο ζωής. Προσδιορίζει τις πιθανές περιφερειακές και παγκόσμιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και, ως εκ τούτου, δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον ακριβή προσδιορισμό συγκεκριμένων επιπτώσεων. Τα αποτελέσματα της ΑΚΖ μπορεί να είναι επιστημονικά και αρκετά πολύπλοκα ή πιο υποκειμενικά και ευκολότερα στην επικοινωνία. Το οικολογικό αποτύπωμα είναι ένα παράδειγμα του τελευταίου.

Ενσωματωμένη και λειτουργική ενέργεια

Όλα τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις έχουν εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα υλικά κατασκευής και τις καθημερινές λειτουργίες. Είτε πρόκειται για ένα υφιστάμενο είτε για ένα νέο κτίριο. Ορισμένες βιομηχανίες έχουν αναπτύξει τρόπους για τη μείωση της χρήσης ενέργειας των κτιρίων, αλλά η ασύλληπτη πτυχή είναι η ενσωματωμένη ενέργεια από τα υλικά κατασκευής. Ο άνθρακας αποτελεί περίπου το 11% των παγκόσμιων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μια συγκλονιστική τιμή που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Τα δομικά υλικά ευθύνονται για το 70% περίπου του αποτυπώματος άνθρακα ενός κτιρίου και η μόνη λύση είναι η χρήση εναλλακτικών

υλικών με χαμηλές εκπομπές άνθρακα. Για τα κατασκευαστικά έργα, ένα εξαιρετικό παράδειγμα είναι ένα ουδέτερο ως προς τον άνθρακα σκυρόδεμα, χάλυβας και ξύλο.

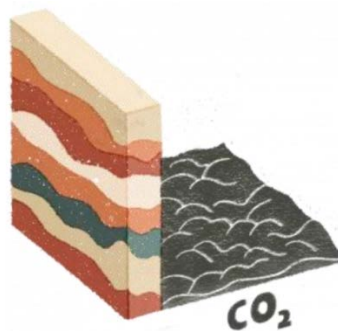


Εικόνα 3.1: Φωτογραφία από πάνω με τρεις οικοδόμους στην οροφή ενός κτιρίου με χάλυβινο οπλισμό που δένεται για ξυλότυπους σκυροδέματος, Kuala Malaysia-june 16, 2017

Ο άνθρακας των δομικών υλικών προέρχεται από την κατανάλωση της ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά την εξόρυξη, τον εξευγενισμό, την επεξεργασία, τη μεταφορά και την κατασκευή. Γενικά, το αποτύπωμα άνθρακα είναι το πόσες εκπομπές CO₂ προκύπτουν από την παραγωγή ενός υλικού. Η επιλογή των υλικών που επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε για την ανέγερση των μελλοντικών μας κτιρίων παίζει τεράστιο ρόλο στη διάσωση του περιβάλλοντος. Διαφορετικά δομικά υλικά εκπέμπουν διαφορετικά επίπεδα αποτυπώματος άνθρακα κατά τη δημιουργία τους. Ας εξερευνήσουμε παρακάτω τα 9 κύρια υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κτιρίων σήμερα και ας δούμε πώς συγκρίνονται μεταξύ τους όσον αφορά το επίπεδο ρύπανσης.

3.1.1 Σφραγισμένη Γη

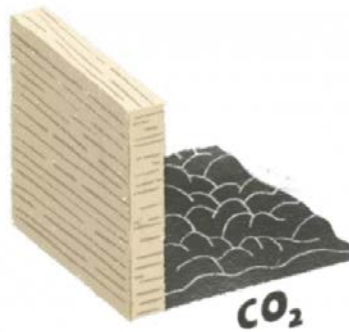
Η σφραγισμένη γη κατατάσσεται ως το υλικό με το χαμηλότερο αποτύπωμα άνθρακα, καθώς πρόκειται ουσιαστικά για μια αρχαία τεχνική που χρησιμοποιεί μόνο φυσικές πρώτες ύλες, όπως χώμα, άργιλο, ασβέστη ή/και χαλίκι. Θεωρείται η πιο βιώσιμη μέθοδος δόμησης. Με μέσο όρο 48 κιλά ενσωματωμένου άνθρακα ανά m³, κάνει σιγά σιγά αναβίωση στα σύγχρονα κτίρια, καθώς είναι καλή για το περιβάλλον και έχει μοναδική και όμορφη αισθητική.



Εικόνα 3.2: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην σφραγισμένη γη

3.1.2 Μαλακή ξυλεία

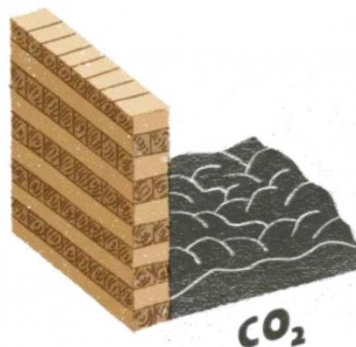
Το δεύτερο πιο φιλικό προς το περιβάλλον οικοδομικό υλικό που παράγεται είναι η ξυλεία μαλακής ξυλείας. Η μαλακή ξυλεία είναι ξύλο από δέντρα όπως τα πεύκα και τα έλατα, ενώ η σκληρή ξυλεία προέρχεται από δέντρα όπως οι βελανιδιές και τα σφενδάμια. Η ξυλεία μαλακού ξύλου εκπέμπει κατά μέσο όρο 110 kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m³, γεγονός που την καθιστά εξαιρετική επιλογή για χρήση ως υλικό φινιρίσματος σε κτίρια, ιδίως σε κτίρια κατοικιών.



Εικόνα 3.3: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην μαλακή ξυλεία

3.1.3 Διασταυρούμενη επικαλυμμένη ξυλεία

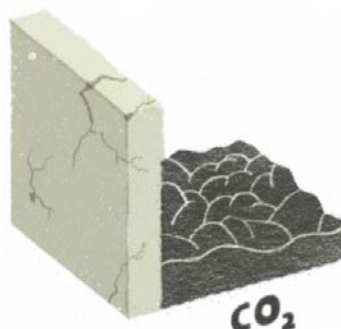
Τρίτο στη λίστα με τα πιο φιλικά προς το περιβάλλον οικοδομικά υλικά είναι το Cross Laminated Timber. Είναι ένα πολύ συνηθισμένο δομικό υλικό που χρησιμοποιείται σε κτίρια μεγάλης κλίμακας, καθώς προσφέρει υψηλές σχεδιαστικές ευελιξίες, είναι πολύ ελαφρύ αλλά και πολύ ισχυρό, εύκολο στην εγκατάσταση και δεν παράγει σχεδόν καθόλου απόβλητα στο εργοτάξιο. Το Cross Laminated Timber είναι επίσης πολύ αποτελεσματικό στην ακουστική και θερμική απόδοση. Δημιουργείται με τη στοίβαξη πολλών στρώσεων αποξηραμένων σανίδων ξυλείας σε αντίθετες κατευθύνσεις, οι οποίες στη συνέχεια συγκολλούνται με δομικές κόλλες για τη δημιουργία ενός ευθύγραμμου ορθογώνιου πάνελ. Με μέσο όρο εκπομπής περίπου 219 kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 , η ξυλεία αυτή αποτελεί ένα από τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά σήμερα για το χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα.



Εικόνα 3.4: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην διασταυρούμενη ξυλεία

3.1.4 Πέτρα

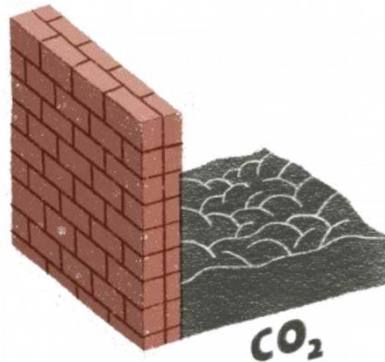
Η πέτρα είναι ένα από τα πρώτα δομικά υλικά που έκανε χρήση ο άνθρωπος. Η πέτρα είναι σπουδαία στο ότι δεν απαιτεί ουσιαστικά καμία κατασκευή για την παραγωγή της, καθώς είναι μια πλήρως φυσική πρώτη ύλη, και είναι τόσο ανθεκτική που οι κατασκευές που χτίστηκαν χιλιάδες χρόνια πριν εξακολουθούν να στέκονται γερά μέχρι σήμερα. Η πέτρα εκπέμπει περίπου 237 kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 , καθιστώντας την μια πολύ σταθερή επιλογή ως δομικό υλικό.



Εικόνα 3.5: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στην πέτρα

3.1.5 Πήλινος τοίχος από τούβλα

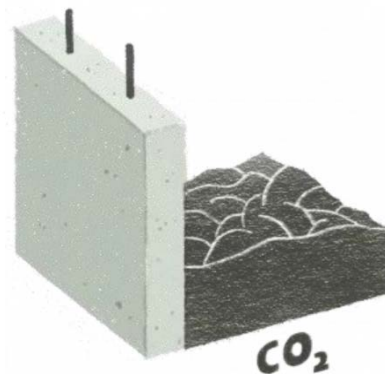
Επόμενο στη λίστα υλικών είναι ο πήλινος τοίχος από τούβλα, ο οποίος παρουσιάζει μια ενδιάμεση τιμή ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 κατά την παραγωγή και χρήση του. Πρόκειται για υλικό που χρησιμοποιείται ευρέως στις κατασκευές.



Εικόνα 3.6: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα σε πήλινο τοίχο από τούβλα

3.1.6 Οπλισμένο σκυρόδεμα

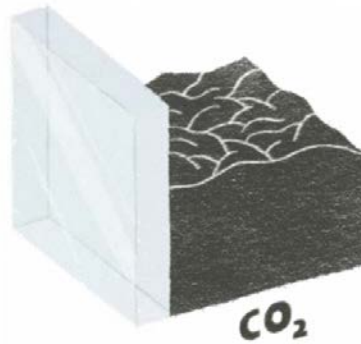
Το σκυρόδεμα ανήκει στην κατηγορία υλικών με αυξημένο αποτύπωμα. Το σκυρόδεμα έχει χαμηλή αντοχή σε εφελκυσμό και συνήθως ενισχύεται με χαλύβδινες ράβδους στο εσωτερικό του για να είναι κατάλληλο για κτίρια. Το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το πιο συνηθισμένο υλικό που χρησιμοποιείται σήμερα στις κατασκευές. Με μέσο όρο 635 κιλά ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 κατά την παραγωγή και χρήση του, καθίσταται ως ένα από τα πιο επιβλαβή υλικά για το περιβάλλον μας.



Εικόνα 3.7: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο οπλισμένο σκυρόδεμα

3.1.7 Γυαλί

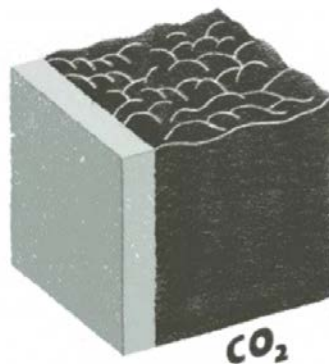
Έβδομο στη λίστα με τα λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον οικοδομικά υλικά είναι το γυαλί. Το γυαλί είναι μακράν ένα οικοδομικό υλικό που βλέπουμε περισσότερο σήμερα, υπάρχει σχεδόν σε κάθε κτίριο στον πλανήτη. Υπάρχουν κανονισμοί που απαιτούν οι κατασκευές να έχουν ένα συγκεκριμένο ποσοστό φυσικού φωτός να εισέρχεται σε αυτές, καθιστώντας το γυαλί ένα υλικό που πρέπει να χρησιμοποιείται υποχρεωτικά. Δυστυχώς, το γυαλί παράγει κατά μέσο όρο 3600 kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 , το οποίο είναι ένα σημαντικό άλμα σε σχέση με τα προηγούμενα υλικά της λίστας.



Εικόνα 3.8: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο γυαλί

3.1.8 Χαλύβδινη διατομή

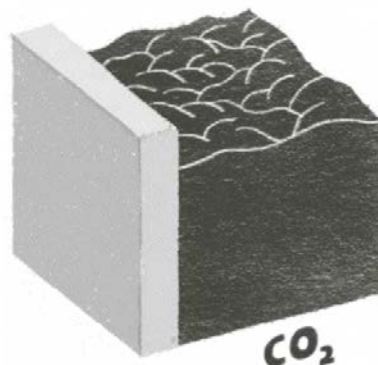
Το δεύτερο λιγότερο βιώσιμο οικοδομικό υλικό είναι ο χάλυβας. Από όλες τις βιομηχανίες, η κατασκευαστική βιομηχανία χρησιμοποιεί περισσότερο χάλυβα, αντιπροσωπεύοντας περισσότερο από το 50% της παγκόσμιας ζήτησης χάλυβα. Είναι πολύ ευέλικτος στο σχεδιασμό, προσιτός και ισχυρός, αλλά το αποτύπωμα άνθρακα που παράγεται από τη διαδικασία κατασκευής μέχρι την παράδοση είναι τεράστιο. Με άλλο ένα σημαντικό άλμα από το γυαλί, φέρει κατά μέσο όρο 12090kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 .



Εικόνα 3.9: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στον χάλυβα

3.1.9 Αλουμίνιο

Τέλος, το υλικό που αφήνει το μεγαλύτερο αποτύπωμα άνθρακα είναι το Αλουμίνιο. Μαζί με το τούβλο, το τσιμέντο και τον χάλυβα, το αλουμίνιο θεωρείται σήμερα ως ένα από τα πιο κρίσιμα δομικά υλικά. Χρησιμοποιείται συνήθως επειδή έχει υψηλή αναλογία αντοχής προς βάρος, είναι εύκολο στη χρήση, έχει χαμηλό κόστος μεταφοράς και χαμηλή συντήρηση. Ωστόσο, το ανθρακικό αποτύπωμα του αλουμινίου είναι ιδιαίτερα υψηλό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα υλικά της λίστας, καθώς επιφέρει κατά μέσο όρο 18009kg ενσωματωμένου άνθρακα ανά m^3 .



Εικόνα 3.10: Ποσοστό Διοξειδίου του άνθρακα στο οπλισμένο σκυρόδεμα

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται κατά προσέγγιση το ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από διάφορα δομικά υλικά.

Πίνακας 3.3: Ποσοστό Εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα ανά οικοδομικό υλικό

Οικοδομικά υλικά	Ποσοστό εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα
Τσιμέντο	30.3
Κεραμικά	20.3
Χάλυβας	18.7
Ασβέστης	7.9
Κονίαμα	6.9
Χαλίκι	2.9
Αλουμίνιο	2.3
Προκατασκευασμένο Σκυρόδεμα	2.0
Πρόσθετα	1.5
Εύλο	1.1
PVC	1.0
Άλλα	5.0

3.2 Οικολογικά δομικά υλικά

Η διαδικασία προσδιορισμού του κατά πόσον ένα υλικό είναι φιλικό προς τον άνθρωπο είναι πολύπλοκη και πολύπλευρη. Πρέπει να καθοριστεί αν το υλικό είναι φιλικό προς τον άνθρωπο, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να καθοριστεί αν έχει όσο το δυνατόν μικρότερες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Ο περιβαλλοντικός παράγοντας είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος. Η αξιολόγηση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου με κάποιο τρόπο που σχετίζεται με το υλικό ή τη διαδικασία που κατασκευάζεται, όπως η κατανάλωση ενέργειας και πρώτων υλών, τα απόβλητα και οι εκπεμπόμενοι ρύποι. Από τα λεγόμενα οικολογικά υλικά, τα φυσικά υλικά απαιτούν ελάχιστη επεξεργασία. Η χρήση τους δε συμβάλλει στην καταστροφή χώρων πρασίνου, στη σπατάλη ορυκτών πόρων ή στη ρύπανση και δεν εξαρτάται από βιομηχανικά υλικά ή βαριά μηχανήματα. Η επιλογή των οικοδομικών υλικών σχετίζεται με πολλούς τρόπους με τη βιώσιμη ή μη διάσταση της κατασκευής, καθώς η χρήση οικοδομικών υλικών που δεν πληρούν ορισμένες περιβαλλοντικές απαιτήσεις μπορεί να οδηγήσει στην κατασκευή κτιρίων:

- Κατασπατάληση φυσικών πόρων κι ενέργειας.
- Διαταραχή του περιβάλλοντος από την εξόρυξη - ξύλευση των πρώτων υλών, την παραγωγή, μεταφορά και χρήση των δομικών υλικών.
- Επιδείνωση του εσωτερικού περιβάλλοντος των κατασκευών και ενίσχυση του “Συνδρόμου του αρρώστου κτιρίου”, που μπορεί να επηρεάσει δυσμενώς την υγεία των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται σε ένα κτίριο.
- Πτώση της παραγωγικότητας των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται σε ένα κτίριο.
- Επιδείνωση του μικροκλίματος γύρω από ένα κτίριο.

Οπότε τα οικολογικά υλικά πληρούν κάποια συγκεκριμένα κριτήρια. Τα κριτήρια αυτά είναι συνισταμένη πολλών παραμέτρων, αλλά πάντα με τοπικά δεδομένα (τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικό-οικονομικά). Έτσι οικολογικά είναι τα υλικά, που καλύπτουν τα εξής κριτήρια:

α) Δεν καταναλώνουν μεγάλο ποσό ενέργειας κατά την παραγωγή τους.

Το πρώτο κριτήριο είναι η αρχική ενέργεια που χρειάζονται κατά την παραγωγή τους και μεταφορά τους. Μπορεί ένα υλικό να είναι εύκολο στην εξόρυξή του και μη ρυπογόνο, αλλά ίσως

να χρειάζεται να μεταφερθεί πολλά χιλιόμετρα. Συνεπώς έχουμε ρύπους από την μεταφορά και αρνητικά ενεργειακό και οικονομικό ισοζύγιο.

β) Αναμενόμενος χρόνος ζωής και μεταφερθεί.

Πολύ σημαντικά στοιχεία είναι ο αναμενόμενος χρόνος ζωής ενός υλικού και η δυνατότητα επανάχρησης, ανακύκλωσης ή επιστροφής των πρώτων υλών στο φυσικό έδαφος με τις μικρότερες δυνατές απώλειες. Εδώ πρέπει να συνυπολογιστεί η ενέργεια που χρειάζεται για να επεξεργαστεί και να γίνει πάλι κατάλληλο προς χρήση.

γ) Δεν υπάρχουν επιβλαβείς επιπτώσεις κατά τη διάρκεια παραγωγής τους.

Αυτό το κριτήριο σχετίζεται με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον που προκύπτουν από την εξόρυξη του υλικού ή της πρώτης ύλης για την παραγωγή του καθώς και από την μετέπειτα επεξεργασία του υλικού. Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι πολλαπλές κάθε φορά, σχετίζονται με την ρύπανση και τη μόλυνση που προξενούν στην ατμόσφαιρα, το έδαφος, το υπέδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα, τις ποσότητες σπάνιων ή αναντικατάστατων φυσικών πόρων που απορροφούν, τις ποσότητες των μη αφομοιώσιμων, μη ανακυκλώσιμων ή τοξικών οικοδομικών απορριμμάτων που παράγουν και τέλος τις επιπτώσεις στο φυσικό τοπίο. Τα υλικά που χρειάζονται μεγάλα ποσά ενέργειας για να παραχθούν και συνεπώς παράγουν πολλούς ρύπους, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν οικολογικά. Επίσης, υλικά που παράγουν μεγάλη ποσότητα άχρηστων υποπροϊόντων και αποβλήτων, δεν είναι οικολογικά.

δ) Δεν περιέχουν τοξικούς / καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου και δεν εκλύουν τέτοιους ρύπους κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους και μέχρι την καταστροφή τους.

Έχει σχέση με την έκλυση βλαβερών για την υγεία ρύπων και τις τοξικές επιδράσεις τους, τόσο κατά τη χρήση τους, αλλά και κατά την καύση τους ή την καταστροφή τους. Τι νόημα έχει να εξοικονομήσουμε ενέργεια, όταν τα υλικά (θερμομονωτικά π.χ.) που χρησιμοποιούμε είναι καρκινογόνα για τους κατοίκους ενός κτηρίου.

“ Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου”

Με τον όρο Άρρωστο Σπίτι μελετητές τα τελευταία χρόνια εκφράζουν την μη υγιή κατάσταση που βρίσκονται τουλάχιστον το 50% των χρηστών ενός κτιρίου η οποία αποδίδεται αποκλειστικά σε παράγοντες που σχετίζονται με το κτίριο. Οι παράγοντες είναι πολλοί και συνεχώς αυξάνονται ανά τα χρόνια, κάποιοι από αυτούς είναι η θερμοκρασία η υγρασία ο φωτισμός, τα τοξικά και καρκινογόνα υλικά, βιολογικοί παράγοντες όπως οι μύκητες και τα βακτήρια. Οι παράγοντες αυτοί προξενούν πολυάριθμα συμπτώματα και ασθένειες στους χρήστες των κτιρίων. Θα αναφέρουμε κάποια γνωστά “παραδοσιακά” υλικά που σχετίζονται με το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου.

3.2.1 Ξύλο

Ενώ το ξύλο δεν χρειάζεται ιδιαίτερη επεξεργασία για να έρθει στην τελική του μορφή την οποία κάνουμε χρήση, θεωρείται σε γενικά πλαίσια οικολογικό υλικό. Πρωτίστως πρέπει να ληφθεί υπόψιν η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής ο τύπος επεξεργασίας και η ενέργεια που καταναλώθηκε κατά την μεταφορά. Σημαντικό επίσης είναι οι ετικέτες πιστοποίησης FSC και PEFC που σε σχέση με το περιβάλλον βεβαιώνουν για την αειφόρο ανάπτυξη των δασών και το ρυθμό μεταφύτευσης. Το ξύλο αποτελεί μεγάλη και σημαντική πηγή έκλυσης φορμαλδεΐδης στην οποία οφείλονται αναπνευστικά προβλήματα και αλλεργίες. Από μετρήσεις που έγιναν η περιεκτικότητα της φορμαλδεΐδης κυμαίνεται από 0,2 – 0,3 ppm μέρη στο εκατομμύριο (ml/m³) ενώ το όριο που έχει οριστεί από την ευρωπαϊκή ένωση είναι των 0,05 ppm. Πολύ επικίνδυνο και σημειωτέο είναι ότι ορισμένες βιομηχανίες ξυλείας προωθούν υποτιθέμενα οικολογικά ξυλά που ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

δεν περιέχουν φορμαλδεΐδη περιέχουν όμως οσοκுவανιο που είναι ένα από τα τοξικότερα αέρια. Το δασοπονικό είδος από το οποίο προέρχεται το ξύλο παίζει τον σημαντικότερο ρόλο για αυτό τον λόγο καλύτερο είναι να προτείνονται για τις κατασκευές μας ξύλο που προέρχεται από λεύκη, οξυά, καστανιά και πλατάνι.

3.2.2 Τσιμέντο

Το τσιμέντο ίσως είναι από τα υλικά που έχουν πολλές αρνητικές επιπτώσεις σε πολλούς τομείς. Το σημαντικότερο μειονέκτημα του πέρα από τα περιβαλλοντικά θέματα εξόρυξης και παραγωγής, εντοπίζονται σε ορισμένα συστατικά του ή προσμείξεις που το καθιστούν βλαβερό για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ένα από τα είδη τσιμέντου καλούμενο ως αμιαντοτσιμέντο με βασικό του συστατικό προφανέστατα τον αμίαντο δεν πρέπει να χρησιμοποιείται λόγω του ότι το υλικό αυτό εξακριβωμένα ανήκει στα καρκινογόνα υλικά. Αλλά και η πτητική τεφρά σύμφωνα με μελέτες έχει ραδιενέργεια και οι εταιρείες σκυροδέτησης θα πρέπει να παρέχουν πιστοποιητικό με το οποίο να βεβαιώνεται πως το μπετόν δεν περιέχει τέφρα.

3.2.3 Χάλυβας

Ο χάλυβας ως γνωστόν χρησιμοποιείται κυρίως για το οπλισμένο σκυρόδεμα, υπάρχουν υποψίες ότι ίσως να περιέχει ραδιενέργεια ιδιαίτερα όταν προέρχεται από ανακύκλωση παλιοσίδηρου. Επιπρόσθετα, ο δομικός χάλυβας προκαλεί μεταβολές του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου με επιδράσεις και στον ανθρώπινο οργανισμό.

3.2.4 Αλουμίνιο

Η παραγωγή του αλουμίνιου απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας και ελευθερώνει μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα οπότε και μεγαλύτερο ανθρακικό αποτύπωμα όπως είδαμε και παραπάνω. Επίσης, ελευθερώνει διοξείδιο του θείου και φθόριο υψηλής τοξικότητας. Ναι μεν είναι ανακυκλώσιμο αλλά η διεργασία είναι επίσης ενεργοβόρα. Επιπλέον η εξόρυξη του βωξίτη προκαλεί καταστροφικές επιπτώσεις στο περιβάλλον με τρανταχτό παράδειγμα στην χώρα μας τις καταστροφές των βουνών Γκιώνας και Παρνασσού. Παρόλα αυτά το θεωρούμε “πράσινο” εφόσον ανακυκλώνεται αλλά σιγουρά η χρήση του υπόκειται σε περιορισμούς και προϋποθέσεις.

3.2.5 Χρώματα/ Βαφές/ Βερνίκια

Επί το πλείστον ο μεγαλύτερος αριθμός βερνικιών και χρωμάτων που συναντάμε στην αγορά και εκείνα με “πράσινες” ετικέτες η παρασκευή τους απαιτεί ως πρώτη ύλη το πετρέλαιο το οποίο έχει υποστεί αλλεπάλληλες χημικές διασπάσεις και με την βοήθεια τοξικών ουσιών. Όσον αφορά τις “πράσινες” ετικέτες για να πιστοποιηθεί ένα χρώμα ως οικολογικό πρέπει να περιέχει διαλύτες με ποσοστό μικρότερο του 10% και μηδενική ποσότητα βαρέων μετάλλων. Εάν το χρώμα αποτελείται από χημικά συστατικά τότε ο καταναλωτής δεν μπορεί να γνωρίζει εάν και πόσο αυτά είναι ακίνδυνα. Η ασφαλέστερη επιλογή είναι χρώματα από φυσικά συστατικά με πρώτη ύλη ρητίνες, ελαία, κεριά, ορυκτά υλικά όπως κιμωλία, ώχρα τα οποία είναι από τα ασφαλή για τον άνθρωπο και φιλικά προς το περιβάλλον επίσης είναι πλήρως ανακυκλώσιμα και αποτελεσματικά.

3.2.6 Εξηλασμένη Πολυστερίνη

Είναι ένα ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό που βάση του έχει την πολυστερίνη. Σύνηθες στις παραδοσιακές κατασκευές έτσι όπως τις έχουμε σήμερα στο μυαλό μας. Παράγεται σε πλάκες με τη μέθοδο της εξέλασης και έχει μονωτικές ιδιότητες λόγω παγίδευσης αερίου σε κλειστές κυψελίδες. Δεν είναι ανακυκλώσιμο υλικό και κατά την χρήση του διαφεύγει στυρένιο, η ουσία αυτή είναι νευροτοξική και ευθύνεται για καρκινογενέσεις στην ατμόσφαιρα. Η μεγάλη ποσότητα εισπνοής στυρενίου προκαλεί ερεθισμό στον αναπνευστικό σωλήνα και στους βλεννογόνους

άλλων οργάνων ενώ η επαφή με το δέρμα προκαλεί ερεθισμό και φουσκάλες. Επίσης, σε περίπτωση φωτιάς παράγονται τοξίνες και γίνεται δύσκολη η δυνατότητα διαπνοής του κτηρίου.

3.2.7 Πολυουρεθάνη

Αυτό το μονωτικό υλικό ανήκει στην οικογένεια των πλαστικών, έχει αμέτρητες εφαρμογές και χρήσεις σε πολλαπλούς κλάδους. Είναι λοιπόν ένα εύχρηστο υλικό που όμως περιέχει ενώσεις επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία και προκαλούν σημαντική ρύπανση. Κατά την καύση της παράγεται μονοξειδίο του άνθρακα και υδροκυάνιο, τα λεγόμενα ισχυρά δηλητήρια, ενοχοποιείται επίσης για την καταστροφή της στιβάδας του όζοντος. Είναι μη ανακυκλώσιμη και δεν υπάρχει δυνατότητα διαπνοής του κτιρίου.

3.2.8 Υαλοβάμβακας και Πετροβάμβακας

Υλικά με επικίνδυνα ενεργοβόρα παραγωγή και με εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Θεωρούνται καρκινογόνα υλικά και στην Γερμανία έχει απαγορευθεί η χρήση τους σε δημόσια έργα και στα υπόλοιπα επιτρέπεται εάν και εφόσον έχουν υποστεί στεγανοποίηση. Δεν είναι ανακυκλώσιμα υλικά και ο χώρος κατασκευής τους μολύνεται λόγω του διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται κατά την παραγωγή αλλά και την μεταφορά τους. Επιδρούν στον άνθρωπο μέσω της αναπνευστικής οδού με εμφάνιση πολλών αναπνευστικών μολύνσεων κ.λ.π.

Για ορισμένα δομικά υλικά παρέχεται σήμερα κάποιο είδος οικολογικής σήμανσης, η οποία δίνει στον καταναλωτή ορισμένα εχέγγυα για την περιβαλλοντική φερεγγυότητα του προϊόντος. Η σήμανση αυτή μπορεί να παρέχεται είτε από εθνικούς και διακρατικούς φορείς, είτε και από ανεξάρτητους μη κυβερνητικούς φορείς. Για την επιλογή των καταλληλότερων (από περιβαλλοντικής σκοπιάς) υλικών, μία δόκιμη μεθοδολογία που ακολουθείται τα τελευταία χρόνια είναι αυτή της «Περιβαλλοντικής Προτίμησης». Η μεθοδολογία αυτή εφαρμόζεται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν και προωθούν την οικολογική δόμηση.

Η «Περιβαλλοντική Προτίμηση» βασίζεται στην αξιολόγηση των υλικών κατασκευής με βάση το συνολικό κύκλο ζωής τους. Στη συνέχεια, υπολογίζεται το «οικολογικό τους αποτύπωμα» και βαθμολογούνται ανάλογα. Με βάση αυτή τη βαθμολογία κατατάσσονται σε κατηγορίες, οι οποίες δηλώνουν και το βαθμό περιβαλλοντικής προτίμησης για το κάθε προϊόν. Η απόκτηση κάποιου γενικού σήματος πιστοποίησης ποιότητας, π.χ. κάποιου ISO, δεν διασφαλίζει ταυτόχρονα και την περιβαλλοντική ποιότητα του προϊόντος.

Τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης περιέλαβαν στη συνθήκη του Μάαστριχτ την προστασία του περιβάλλοντος στους στόχους της ενιαίας Ευρώπης, έχοντας υπόψη ότι η αειφόρος οικονομική ανάπτυξη είναι αδύνατη χωρίς το σεβασμό του περιβάλλοντος. Οι προϋποθέσεις απονομής του Οικολογικού Σήματος καθορίζονται ανά κατηγορία προϊόντων και βάση των ειδικών οικολογικών κριτηρίων, που έχουν ψηφιστεί για κάθε μία από αυτές. Για τη δημιουργία του νομικού πλαισίου, έτσι ώστε να είναι δυνατή η απονομή του σήματος σε μια κατηγορία προϊόντων, απαιτείται πρώτα η έκδοση μιας Απόφασης της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Η απόφαση αυτή, στο πλαίσιο του κανονισμού ΕΟΚ 880/92, και του αναθεωρημένου ΕΕ 1980/2000 θεσπίζει τα οικολογικά κριτήρια με βάση τα οποία θα κριθεί και θα αξιολογηθεί ένα προϊόν για να του απονεμηθεί το σήμα «λουλούδι» (Ευρωπαϊκό Οικολογικό Σήμα). Ο καθορισμός των κατηγοριών των προϊόντων και των ειδικών οικολογικών κριτηρίων γίνεται σε πέντε φάσεις:

1) Η μελέτη εκπονείται από τον Αρμόδιο Φορέα του Κράτους Μέλους που ορίζεται για κάθε προϊόν με κοινή απόφαση της «επιτροπής» η οποία αποτελείται από εκπροσώπους της Επιτροπής (Commission) και των Κρατών Μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι επιμέρους φάσεις της μελέτης και η τελική πρόταση για τον καθορισμό των ομάδων προϊόντων και των σχετικών

κριτηρίων πραγματοποιείται σε επίπεδο κρατών μελών από τον αρμόδιο φορέα. Συστατικό στοιχείο της διαδικασίας αυτής είναι η διαβούλευση με τους ενδιαφερόμενους κύκλους.

2) Μετά το πέρας της κάθε φάσης ο εισηγητής του Αρμόδιου Φορέα που έχει αναλάβει την μελέτη, την παρουσιάζει στην «επιτροπή», η οποία εγκρίνει, τροποποιεί ή απορρίπτει.

3) Εάν ο φάκελος της πρότασης υποστηριχθεί ή αντιμετωπισθεί θετικά κατά τις συζητήσεις που διεξάγονται σε κοινοτικό επίπεδο, η Επιτροπή τον υποβάλλει στο Γνωμοδοτικό Σώμα, το οποίο απαρτίζεται από αντιπροσώπους της βιομηχανίας, του εμπορίου, των οργανώσεων καταναλωτών και των οργανώσεων προστασίας του περιβάλλοντος. Στις συζητήσεις του Γνωμοδοτικού Σώματος μπορούν να συμμετέχουν και εκπρόσωποι των συνδικάτων.

4) Μετά τη διαβούλευση αυτή, η Επιτροπή υποβάλλει την πρόταση, μαζί με τη γνώμη του Γνωμοδοτικού Σώματος, στην Κανονιστική επιτροπή που απαρτίζεται από τους αντιπροσώπους των κρατών μελών. Εάν η Κανονιστική Επιτροπή διατυπώσει ευνοϊκή γνώμη, η Επιτροπή θεσπίζει τα προτεινόμενα κριτήρια. Διαφορετικά, η πρόταση διαβιβάζεται στο Συμβούλιο Υπουργών το οποίο έχει και την τελική απόφαση.

5) Μόλις επιτευχθεί συμφωνία σε κοινοτικό επίπεδο, η Επιτροπή θεσπίζει επίσημα τα συμφωνηθέντα κριτήρια και τα δημοσιεύει στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Κατά κανόνα, τα οικολογικά κριτήρια που θεσπίζονται με τη διαδικασία αυτή ισχύουν για τρία χρόνια και στη συνέχεια μπορούν να αναθεωρούνται. Στόχος είναι ο σχεδιασμός, η παραγωγή και η διακίνηση προϊόντων που επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον σε όλο τον κύκλο της ζωής τους. Το πλαίσιο αυτό είναι εθελοντικό, έχει στόχο να καλύψει όσο το δυνατό περισσότερες κατηγορίες προϊόντων και τα κριτήρια θα πρέπει να επαναξιολογούνται κάθε πέντε χρόνια. Κάθε προϊόν που ικανοποιεί τα κριτήρια, πιστοποιείται με το οικολογικό σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Μόνο κάθε προϊόν που φέρει το οικολογικό σήμα, μπορεί να χαρακτηριστεί ως οικολογικό.

3.3 Παραδείγματα οικολογικών υλικών

3.3.1 Ξύλο

Ξύλο OSB

Η OSB είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη, ευέλικτη ξυλοπλάκα που κατασκευάζεται με αδιάβροχες συγκολλητικές ουσίες θερμικής σκλήρυνσης και ορθογώνιες ξύλινες κλωστές που είναι τοποθετημένες σε σταυροειδείς στρώσεις. Είναι παρόμοιο σε αντοχή και απόδοση με το κόντρα πλακέ, αντιστέκεται στην κάμψη, τη στρέβλωση και την παραμόρφωση.

Πώς κατασκευάζεται το OSB;

Το OSB κατασκευάζεται από ξύλινες κλωστές μήκους 8 έως 15 εκατοστών. Χρησιμοποιεί ολόκληρο το δέντρο και αξιοποιεί στραβά, αγκαθωτά και παραμορφωμένα δέντρα που διαφορετικά θα έμεναν ανεκμετάλλευτα. Στην BC, το OSB κατασκευάζεται από άφθονες λεύκες και λεύκες μικρής διαμέτρου. Οι κλώνοι, αναμιγνύονται με αδιάβροχη ρητίνη και διαπλέκονται μεταξύ τους σε παχιά στρώματα, τα οποία στη συνέχεια συγκολλούνται μεταξύ τους υπό θερμότητα και πίεση. Οι κατασκευαστές της BC χρησιμοποιούν μια ποικιλία διαφορετικών διαδικασιών κατασκευής για να παρέχουν ένα φάσμα προϊόντων OSB. Το αποτέλεσμα είναι συμπαγείς, ομοιόμορφες οικοδομικές πλάκες, με βελτιωμένα χαρακτηριστικά και υψηλή αντοχή και αντίσταση στο νερό. Στον Καναδά, οι πλάκες OSB κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Καναδικής Ένωσης Προτύπων. Το πρότυπο αυτό ορίζει βαθμολογίες επιδόσεων (βαθμούς) για συγκεκριμένες τελικές χρήσεις, όπως μανδύες δαπέδων, οροφών και τοίχων σε ελαφρές ξύλινες κατασκευές. Επιπλέον, στο πρότυπο CSA O86 παρατίθενται τιμές σχεδιασμού

για μανδύες OSB για κατασκευές, οι οποίες επιτρέπουν τον μηχανολογικό σχεδιασμό μανδύων οροφής, τοίχων και δαπέδων με χρήση OSB σύμφωνα με το πρότυπο CSA O325.

Για ποιες χρήσεις χρησιμοποιείται το OSB;

Οι κατασκευαστές BC παράγουν μια σειρά προϊόντων OSB για δομικές και μη δομικές χρήσεις. Ως ένα ελαφρύ, ισχυρό και ευέλικτο προϊόν ξύλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μανδύες οροφής, τοίχων και δαπέδων. Χρησιμοποιείται επίσης μερικές φορές ως υλικό σκελετού για προκατασκευασμένες δοκούς I και ως υλικό επιφάνειας για δομικά μονωμένα πάνελ. Ως ισχυρό, σταθερό πάνελ δεν στρεβλώνεται γενικά και αντιστέκεται σε φορτία ανέμου και σεισμικά φορτία. Άλλες χρήσεις του OSB από την BC περιλαμβάνουν την κατασκευή τροχόσπιτων και πάνελ φορτηγών, παλέτες, βιομηχανικά εμπορευματοκιβώτια, θαλάσσιες εφαρμογές και κατασκευή επίπλων. Το OSB μπορεί να υποστεί χημική επεξεργασία για να βελτιώσει την αντοχή του στη σήψη ή στη φωτιά. Είναι ανθεκτικό στο νερό όταν έχει υποστεί σωστή επεξεργασία με ρητίνες. Οι κατασκευαστές OSB πρέπει να δοκιμάζουν τα προϊόντα τους για να προσδιορίσουν τις επιδράσεις των επιβραδυντών πυρκαγιάς ή οποιωνδήποτε άλλων χημικών ουσιών. Το OSB τοποθετείται για την επικάλυψη του μεταλλικού σκελετού στις εξωτερικές επιφάνειες στα πατώματα και σε στέγες ντύνοντας όλη την κατασκευή.



Εικόνα 3.11: Λεπτομέρειες κατασκευής με ξύλο OSB



Εικόνα 3.12: Κτήριο κατασκευασμένο με ξύλο OSB

Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο

Μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματά του, είναι η καλή θερμική και ακουστική του μόνωση, η ικανότητα αναπνοής, η μικρή υγρασκοπικότητα, το γεγονός ότι είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό.



Εικόνα 3.13: Δάπεδο εξωτερικού χώρου από OSB

Ξύλο τύπου M-Wood 2

Το M-Wood2 είναι κατασκευασμένο από απορρίμματα ξύλου που απορρίπτονται από τις κατασκευές, υλοτομίες ή μεταποιητικές βιομηχανίες. Από το την κονιορτοποίηση ξύλου δεκαετιών, γυψοσανίδες ή χρωματιστά κόντρα πλακέ σε λεπτά σωματίδια και την ανάμειξή τους, μια πιο σταθερή στερεή ουσία μπορεί να συντεθεί. Η ρητινώδης σειρά αποτελείται κυρίως από προϊόντα που κατασκευάζονται με ολεφίνες ή χλωρο-ολεφίνες. Εν τω μεταξύ, τα προϊόντα που βασίζονται σε άλλες μορφές ανακυκλωμένων πλαστικών είναι μορφές ανακυκλωμένων πλαστικών που είναι σε εξέλιξη και αναπτύσσονται για ευρύτερη χρήση. Το M-Wood2 επιτυγχάνει 100% ανακύκλωση του υλικού. Υλοποιεί τη μέγιστη χρήση των πόρων. Μπορεί να ανακυκλώνεται επ' αόριστον. Αποτρέπει αποτελεσματικά το φαινόμενο του θερμοκηπίου όποτε και όπως και αν χρησιμοποιείται, είναι ευεργετικό για το περιβάλλον. Το M-Wood2 όχι μόνο επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση των πόρων, αλλά και προστατεύει το περιβάλλον. Παρ' όλα αυτά, το είναι ένα από τα σημαντικότερα υλικά που χρησιμοποιούνται για την προστασία του περιβάλλοντος, είναι θαυμάσια ανθεκτικό. Το χρώμα του διατηρείται και είναι ανθεκτικό σε τις περισσότερες μορφές κινδύνων. Το κόστος συντήρησής του είναι ελάχιστο.

Realisation of Resource-Recycling



Εικόνα 3.14: Ο κύκλος ζωής του ξύλου M-Wood 2



Εικόνα 3.15: Λεπτομέρειες ξύλου M-Wood 2

3.3.2 Ωστενιτικός ανοξειδωτός χάλυβας

Οι ωστενιτικοί ανοξειδωτοί χάλυβες επωφελούνται από πολύ υψηλή ολκιμότητα και σκληρότητα. Όταν παραδίδονται στην κατάσταση ψύξης-ανόπτησης, είναι πολύ μαλακοί και μορφοποιήσιμοι, και όταν παραδίδονται ως ψυχρά εφελευσμένα ή ψυχρής έλασης έχουν αυξήσει τη σκληρότητα και την αντοχή τους. Η αντοχή των τύπων ωστενιτικού χάλυβα ενισχύεται με αυξημένα επίπεδα άνθρακα, αζώτου και, σε κάποιο βαθμό, μολυβδαίνιου. Γενικά, οι ωστενιτικοί ανοξειδωτοί χάλυβες έχουν εξαιρετική συγκολλησιμότητα. Δεν απαιτούν επεξεργασία μετά τη συγκόλληση και μπορούν εύκολα να συγκολληθούν με ένα πλήρες φάσμα συμβατικών μεθόδων συγκόλλησης, όπως:

- Θωρακισμένη συγκόλληση με τόξο (SMAW).
- Συγκόλληση τόξου με βολφραμίου τόξου, TIG (GTAW).
- Συγκόλληση τόξου αερίου μετάλλου, MIG (GMAW).
- Συγκόλληση τόξου με συγκόλληση με τροφοδοσία (FCAW).
- Συγκόλληση με τόξο πλάσματος (PAW).
- Υποβρύχια συγκόλληση τόξου (SAW).

Οι τυπικοί ωστενιτικοί ανοξειδωτοί χάλυβες είναι χάλυβες γενικής χρήσης με καλή αντοχή στη διάβρωση σε ατμοσφαιρική διάβρωση και σε πολλές οργανικές και ανόργανες χημικές ουσίες. Αυτό τους καθιστά κατάλληλους για μεγάλης διάρκειας ζωής κατασκευές σε σχέση με τον δομικό χάλυβα. Δεν έχουν επιδράσεις στον ανθρώπινο οργανισμό εφόσον είναι μη μαγνητικοί.

3.4 Σχεδιασμός με οικολογικά υλικά

Προφανώς, η επιλογή των υλικών είναι ένα κρίσιμο ζήτημα κατά το σχεδιασμό οποιουδήποτε κτιρίου, αλλά είναι ακόμη πιο κρίσιμο αν ο στόχος είναι να γίνει όσο το δυνατόν πιο βιώσιμο. Ο στόχος αυτός δεν είναι τόσο απλός όσο φαίνεται, διότι σπάνια μπορεί να ειπωθεί ότι ένα υλικό είναι απολύτως βιώσιμο. Αντίθετα, το πόσο βιώσιμο είναι εξαρτάται από συνθήκες όπως:

- το περιβαλλοντικό πλαίσιο του κτιρίου: το κλίμα και άλλες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ο θόρυβος, η διαθεσιμότητα υλικών σε κοντινή απόσταση κ.λ.π.
- οι απαιτήσεις που απορρέουν από τη μελλοντική του χρήση: ακουστικές, θερμικές, υγειονομικές συνθήκες κ.λπ.

Ως εκ τούτου, ορισμένα χαρακτηριστικά σε ένα κτίριο παρέχονται από τις εγγενείς ιδιότητες των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένο και τα οποία το παρουσιάζουν άμεσα ως πιο βιώσιμο.

Αυτά είναι κυρίως:

- να έχει χαμηλό κόστος συντήρησης, τόσο όσον αφορά την ενέργεια που απαιτείται για το τεχνητό κλίμα όσο και τα απαραίτητα μέσα για τη διατήρησή του σε καλή κατάσταση,

- να είναι όσο το δυνατόν πιο ανθεκτικό μέσω της χρήσης ανθεκτικών και ευέλικτων υλικών που επιτρέπουν αλλαγές στο εσωτερικό του κτιρίου εάν το πρόγραμμά του πρέπει να φιλοξενήσει νέες χρήσεις.

- να αποσυναρμολογούνται εύκολα, πράγμα που θα πρέπει να επιτρέπει στα στοιχεία τους να επαναχρησιμοποιηθούν ή να ανακυκλωθούν στο τέλος της ζωής τους.

Επομένως, είναι εύκολο να συμπεράνει κανείς από αυτή την προσέγγιση ότι ο σχεδιασμός των υλικών αποτελεί αναπόσπαστη πτυχή της διαδικασίας σχεδιασμού του κτιρίου, ιδίως όταν προσπαθεί να δημιουργήσει ένα βιώσιμο κτίριο. Επιπλέον, η παλέτα των υλικών, μαζί με τον τρόπο με τον οποίο τα διάφορα στοιχεία συνδυάζονται και ενσωματώνονται στο σύνολο, είναι αυτό που βελτιώνει ριζικά τις περιβαλλοντικές επιδόσεις ενός κτιρίου.

Έχοντας αποσαφηνίσει αυτό το σημείο και δεδομένης της φύσης αυτού του κεφαλαίου, είναι σκόπιμο να επικεντρωθούμε στους παράγοντες που καθιστούν ένα υλικό βιώσιμο. Η αξιολόγηση αυτή, αν και μπορεί να φαίνεται εύκολη στο χειρισμό της, εξαρτάται επίσης από πολυάριθμους παράγοντες. Είναι ευρέως αποδεκτή η χρήση της εκτίμησης του κύκλου ζωής (AKZ) ως μεθοδολογίας για τη μέτρηση των επιπτώσεων κάθε σταδίου της διαδικασίας παραγωγής υλικού/στοιχείου κτιρίου - από τη στιγμή της εξόρυξης της πρώτης ύλης έως το τέλος της ζωής του.

Από την άποψη αυτή, ο κλάδος εργάζεται ενεργά για:

- τη βελτίωση της βιωσιμότητας των διαδικασιών παραγωγής, όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση, την επαναχρησιμοποίηση του νερού, τη βελτιστοποίηση της χρήσης υλικών (μείωση των αποβλήτων) και τη μείωση των τοξικών εκπομπών (αυτό υποστηρίζεται σταθερά από τη σταθερή αύξηση της ζήτησης για προϊόντα φιλικά προς το περιβάλλον από τη νομοθεσία και τους καταναλωτές).
- έρευνα για νέα υλικά που βελτιώνουν τις βιώσιμες ιδιότητες των υφιστάμενων προϊόντων, προσφέροντας νέες δυνατότητες στους σχεδιαστές και αρχιτέκτονες.

3.4.1 Σχεδιασμός με φυσικές ίνες

Αυτή η ενότητα επικεντρώνεται σε τρία ινώδη δομικά υλικά που προέρχονται απευθείας από φυσικές πηγές: ξύλο, μπαμπού και κάνναβη. Το ξύλο και το μπαμπού έχουν χρησιμοποιηθεί ως οικοδομικά υλικά από την αρχαιότητα, ως μία από τις πιο πρωτόγονες μορφές κατασκευής που βασίζονται σε ανεπεξέργαστα υλικά. Σήμερα, η γκάμα των προϊόντων που προσφέρονται για κατασκευές, περιβλήματα και τελειώματα είναι ευρέως διαφοροποιημένο, με παραδοσιακά και εξαιρετικά κατασκευασμένα προϊόντα να συνυπάρχουν. Η κάνναβη, παρά το γεγονός ότι είναι μια αρχαία καλλιέργεια που κάποτε καλλιεργούνταν ευρέως, ξεχάστηκε για πολλά χρόνια στις περισσότερες βιομηχανικές χώρες και μόνο οι πρόσφατες τεχνολογικές, περιβαλλοντικές και πολιτικές εξελίξεις δημιούργησαν νέες δυνατότητες για το υλικό αυτό. Οι ίνες που καλλιεργούνται ή προέρχονται από καλά διαχειριζόμενα δάση με οικολογική πιστοποίηση παρουσιάζουν ένα πλεονέκτημα σε σχέση με άλλα υλικά, το οποίο είναι το γεγονός ότι η χρήση τους διασφαλίζει τις δασικές περιοχές. Η πιστοποίηση αυτή προωθεί την ηθική και νόμιμη διαχείριση των δασών ως μια κερδοφόρα επιχείρηση που θα αποφέρει πρόσθετα οφέλη στους ιδιοκτήτες των δασών, όπως η ενίσχυση της φήμης και της θέσης τους στην αγορά, ενώ παράλληλα εξασφαλίζει ότι τα δείγματα θα αναφυτεύονται και θα αντικαθίστανται, διατηρώντας τις περιβαλλοντικές αξίες του οικοσυστήματος.

Επιπλέον, αυτού του είδους η βιομηχανία συνήθως εγγυάται, υπό ορισμένες συνθήκες, τη δημιουργία και διατήρηση της τοπικής απασχόλησης που σχετίζεται με τη διατήρηση και την

εκμετάλλευση αυτών των δασών, συμβάλλοντας έτσι στη βιωσιμότητα των αυτόχθονων κοινοτήτων.

Επιπλέον, εάν η διαδικασία κατασκευής εφαρμόζεται σωστά, η σπατάλη πρώτων υλών μπορεί να είναι ελάχιστη, καθώς τα απορρίμματα από τη διαδικασία κατασκευής ενός προϊόντος μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή ενός λιγότερο απαιτητικού ή ακόμη και να μετατραπούν σε πηγή ενέργειας. Συνήθως τα προϊόντα αυτά είναι επίσης ανακυκλώσιμα σε κάποιο βαθμό, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για αρχικές πρώτες ύλες και φυσικούς πόρους.

Οικολογικές πιστοποιήσεις:

Το FSC (Forest Stewardship Council) και το PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) είναι δύο παγκόσμιοι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί αφιερωμένοι στην προώθηση της υπεύθυνης διαχείρισης των δασών παγκοσμίως, που επιτρέπουν στις επιχειρήσεις και τους καταναλωτές να κάνουν συνειδητές επιλογές σχετικά με τα δασικά προϊόντα που αγοράζουν. Τα πιστοποιημένα από αυτούς προϊόντα ξύλου και μπαμπού δεν είναι μόνο ανανεώσιμα, αλλά πρέπει επίσης να προέρχονται από δάση που περιλαμβάνουν βασικές απαιτήσεις όπως ο σεβασμός της βιοποικιλότητας, η κοινωνικά επωφελής διαχείριση των δασών ή η οικονομική βιωσιμότητα.






Εικόνα 3.16: Λεπτομέρεια ξύλινου γείσου

Πίνακας 3.4: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Ξύλο, Μπαμπού και Κάνναβη

Πλεονεκτήματα	Ξύλο	Μπαμπού	Κάνναβη
			
Πρώτη ύλη εξαγωγή	Το ξύλο είναι ανανεώσιμη πηγή. Τα δάση ξυλείας μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος: παροχή οξυγόνου, ενθάρρυνση της βιοποικιλότητας, πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους,	Είναι ένας ταχέως αναπτυσσόμενος φυσικός πόρος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δομικό υλικό μετά από 4-6 χρόνια. Μπορεί να συγκομιθεί χωρίς να	Η καλλιέργεια κάνναβης δεν απαιτεί τη χρήση ζιζανιοκτόνων, φυτοφαρμάκων, μυκητοκτόνων. Αυτά τα φυτά είναι σε θέση να συλλάβουν ένα υψηλό ποσοστό CO ₂ από την

	υποστήριξη του υδρολογικού κύκλου και δέσμευση άνθρακα. Η υπεύθυνη παραγωγή ξύλου εξασφαλίζει υγιή αναπτυσσόμενα δάση. Δημιουργεί άμεση και έμμεση αγροτική απασχόληση που προέρχεται από τη διαχείριση των δασών.	σκοτωθεί το δέντρο. Περιβαλλοντικά βιώσιμο: το πυκνό δίκτυο ριζών αποφεύγει τη διάβρωση του εδάφους, συγκρατεί το νερό και ρυθμίζει την υδραυλική ροή. Έχει υψηλή ικανότητα δέσμευσης CO ₂ .	ατμόσφαιρα. Αναπτύσσεται πολύ γρήγορα, χρειάζεται μόνο 3-4 μήνες για να είναι έτοιμο για συγκομιδή.
Βιομηχανία	Μη ρυπογόνο και μη τοξικό για τον άνθρωπο. Η επεξεργασία ξύλου δεν καταναλώνει νερό, έχει χαμηλό ενσωματωμένο ενεργειακό και ανθρακικό αποτύπωμα. Η ξυλεία που απομένει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή προϊόντων όπως σανίδες (OSB) ή μοριοσανίδες ή να μετατραπεί σε ενέργεια.	Μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς καμία επεξεργασία εάν χρησιμοποιηθεί ως προσωρινές ή υποστηρικτικές κατασκευές (ικριώματα).	Μη επικίνδυνη διαδικασία. Εύκολο στην εργασία. Χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα. Απαιτείται μικρή ποσότητα νερού για την παραγωγή κάνναβης σε σύγκριση με την παραγωγή τσιμέντου. Η κάνναβη είναι ένα φυτό ικανό να απορροφήσει μια τεράστια ποσότητα CO ₂ κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, γεγονός που αντισταθμίζει το CO ₂ που παράγεται κατά την παραγωγή, τη διανομή, τη μεταφορά και την ανακύκλωσή της.
Κατασκευή	Το ξύλο επιτρέπει καθαρά, γρήγορα και στεγνά συγκροτήματα και μπορεί να προκατασκευαστεί και να τυποποιηθεί.	Εύκολα εφαρμόσιμο υλικό χρησιμοποιώντας απλά εργαλεία και δεξιότητες χαμηλών τόνων, υποστηρίζοντας τις τοπικές παραδόσεις. Τα προϊόντα μπαμπού που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, συνήθως σε δάπεδα ή κάθετα πάνελ, είναι προκατασκευασμένα και η τοποθέτηση γίνεται συνήθως με ξηρό σύνδεσμο, έτσι ώστε οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους να είναι πολύ χαμηλές. Ελαφρύ υλικό, με υψηλή αντοχή στην τάση, κατάλληλο για σεισμικές λύσεις.	Τα προκατασκευασμένα μπλοκ έχουν μεγαλύτερο κόστος που σχετίζεται με τη μεταφορά στο χώρο. Αλλά το αρθρωτό και κανονικό σχήμα του επιτρέπει μια ακριβέστερη εκτέλεση και καλύτερη θερμομόνωση των κτιρίων από τις επιτόπιες δομημένες λύσεις.
Λειτουργία και συντήρηση	Οι ιδιότητες του ξύλου (ανθεκτικότητα, θερμοπερατότητα, ζεστασιά κ.λπ.) το καθιστούν κατάλληλο για βιώσιμες κατασκευές και παρέχει	Το μπαμπού, εάν έχει υποστεί κατάλληλη επεξεργασία, έχει πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής, γεγονός που συνήθως καθιστά περιττή την	Το Hempcrete είναι ένα εξαιρετικό ακουστικό και Θερμομονωτικό προϊόν, με υψηλές ιδιότητες θερμικής μάζας, επιτρέποντας

	υγιεινά και άνετα εσωτερικά περιβάλλοντα. Ανθεκτικό και προβλέψιμο υλικό.	αντικατάστασή του. Η σκληρότητα, η πυκνότητα και σταθερότητα διαστάσεων είναι παρόμοια ή ακόμα καλύτερη από ποιότητα τροπικού σκληρού ξύλου. Τα δάπεδα μπαμπού είναι συνήθως αντιστατικά, μη αλλεργιογόνα και παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στην τριβή.	εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση και τον κλιματισμό. Το γεγονός ότι είναι ένα πορώδες υλικό που αναπνέει βελτιώνει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και μειώνει τα προβλήματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη μούχλας. Φυσική αντοχή σε παράσιτα.
Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	Η επαναχρησιμοποίηση/ ανακύκλωση ξύλινων στοιχείων είναι εύκολη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλλού. Όταν αυτό δεν είναι δυνατό, το ξύλο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για άλλα, λιγότερο απαιτητικά προϊόντα, ως πρώτη ύλη για προϊόντα με βάση το ξύλο ή να ενσωματωθεί σε χούμο ή καύσιμο.	Τα προϊόντα πρέπει να εγκατασταθούν για εύκολη αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση σε άλλο κτίριο στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του πρωτοτύπου. Εάν δεν είναι δυνατόν, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως κομπόστ ή ως πηγή ενέργειας.	Είναι εύκολο να κατεδαφιστεί και είναι εντελώς ανακυκλώσιμη. Η κάνναβη μπορεί να εναποτεθεί απευθείας στο έδαφος, όπου θα χρησιμεύσει ως λίπασμα, εδαφοκάλυψη και πρόληψη ζιζανίων. Μπορεί να καθαρίσει εδάφη μολυσμένα με βαρέα μέταλλα ή υπερβολικά θρεπτικά συστατικά.

Προκλήσεις	Ξύλο	Μπαμπού	Κάνναβη
			
Πρώτη ύλη εξαγωγή	Η συγκομιδή ξυλείας πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένη και βιώσιμη και να προέρχεται από πιστοποιημένα δάση. Στις περιοχές όπου κόβονται δέντρα, θα πρέπει να παραμένουν άκοπα δέντρα για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας και την προστασία της πανίδας. Για κάθε δέντρο που κόβεται, πρέπει να φυτευτούν αρκετά για να επιτραπεί η επιβίωση των δασών. Ορισμένα είδη πρέπει να προστατεύονται και να μην αποτελούν	Μια πολιτική που διασφαλίζει ότι η εκμετάλλευση των δασών μπαμπού είναι υπεύθυνη και βιώσιμη, καθώς και επωφελής για τους αγρότες, αντιπροσωπεύει αύξηση της δασικής έκτασης με το επακόλουθο περιβαλλοντικό όφελος.	Η καλλιέργεια κάνναβης είναι παράνομη σε πολλά μέρη, γεγονός που οδηγεί στην αποστολή προϊόντων κάνναβης από μεγάλες αποστάσεις, αυξάνοντας το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος

	αντικείμενο εκμετάλλευσης.		
Βιομηχανία	<p>Η ξήρανση πρέπει να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως οι ηλιακοί κλίβανοι. Η επεξεργασία ξύλου θα πρέπει να βελτιστοποιηθεί ώστε να λαμβάνεται ο μεγαλύτερος δυνατός αριθμός σανίδων από ένα κούτσουρο. Η ξυλεία που απομένει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή προϊόντων όπως προσανατολισμένες σανίδες (OSB), μοριοσανίδες ή να μετατραπεί σε ενέργεια. Οι κόλλες δεν πρέπει να απομακρύνονται με αέριο σε κανένα στάδιο της ζωής του προϊόντος.</p>	<p>Η ξήρανση του μπαμπού είναι το κλειδί για τη μείωση του βάρους και της ενέργειας που καταναλώνεται κατά τη μεταφορά. Για να βελτιστοποιηθεί η διαδικασία κατασκευής, μέρος της ενέργειας θα πρέπει να προέρχεται από την καύση πριονιδιού και μπαμπού. Είναι ευάλωτο στην υπερϊώδη ακτινοβολία και τη βροχή, επομένως πρέπει να προστατεύεται κατά την επεξεργασία και την κατασκευή. Πρέπει να εγκατασταθούν εγκαταστάσεις επαναχρησιμοποίησης και καθαρισμού του νερού. Χρησιμοποιούμενες κόλλες και υλικά φινιρίσματος (π.χ. λάκα, λάδι) θα πρέπει να είναι μη τοξικά και βιώσιμα.</p>	<p>Δεν υπάρχει αρκετή έρευνα σχετικά με το σχεδιασμό με κάνναβη, επιστήμη υλικών, λεπτομέρειες κ.λπ. Δεν είναι τυποποιημένη.</p>
Κατασκευή	<p>Για να διευκολυνθεί η αποσυναρμολόγηση και η επαναχρησιμοποίηση, είναι προτιμότερο να σχεδιάζονται εποικοδομητικές λύσεις για προϊόντα. Η έλλειψη καθοδήγησης σχεδιασμού, τυποποίησης και κανονισμών οδηγεί σε δυσκολίες απόκτησης αδειών κατασκευής. Η δομική απόδοση μπορεί να ποικίλει σημαντικά ανάλογα με το είδος, το περιβάλλον καλλιέργειας, την ηλικία, την περιεκτικότητα σε υγρασία. Περιορισμοί: στρογγυλό τμήμα, τάση ρωγμής, καμπυλότητα, υψηλότερη εργασία εργαλείων, μέθοδοι σύνδεσης βρίσκονται ακόμη υπό έρευνα.</p>	<p>Η έλλειψη καθοδήγησης σχεδιασμού, τυποποίησης και κανονισμών οδηγεί σε δυσκολίες απόκτησης αδειών κατασκευής. Η δομική απόδοση, απαιτεί παχύτερους τοίχους και πρόσθετο δομικό πλαίσιο (ξύλεια) για τη μεταφορά των φορτίων. Το υλικό παρουσιάζει χαμηλή μηχανική απόδοση. Απαιτούνται έντυπα καθ'όλη τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής. Τα συνδετικά υλικά είναι ακριβά.</p>	<p>Απαιτεί παχύτερους τοίχους. Δεν φέρει υλικό, επομένως απαιτείται πρόσθετο δομικό πλαίσιο (ξύλεια) για τη μεταφορά των φορτίων. Το υλικό παρουσιάζει χαμηλή μηχανική απόδοση. Απαιτούνται έντυπα καθ'όλη τη διάρκεια της διαδικασίας κατασκευής. Τα συνδετικά υλικά είναι ακριβά.</p>
Λειτουργία και συντήρηση	<p>Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, τα προϊόντα πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία ώστε να διασφαλίζεται η ασφάλεια και η υγεία των ανθρώπων.</p>	<p>Το μπαμπού μπορεί να επιτευχθεί από περιβαλλοντικούς παράγοντες: έντομα και μούχλα. Η ξήρανση μπαμπού είναι θεμελιώδης</p>	<p>Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παρασκευής, τα προϊόντα κάνναβης πρέπει να υποβάλλονται σε επεξεργασία για να διασφαλιστεί η ασφάλεια</p>

	Πρέπει να αποφεύγεται η χρήση τοξικών προσθέτων για την υποστήριξη της ανθεκτικότητας και της αντοχής σε έντομα, μύκητες ή πίσσα.	για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων και τη βελτίωση της μηχανικής συμπεριφοράς. Πρέπει να διατηρείται στεγνό, μακριά από επαφή με το έδαφος, καλά αεριζόμενο και ορατό. Η ποιότητα των λεπτομερειών εξασφαλίζει ανθεκτικότητα, για την πρόληψη της εισόδου νερού, μυκητιασικής επίθεσης ή προσβολής από έντομα. Χαμηλή απόδοση πυρκαγιάς, με ακριβές θεραπείες πυροπροστασίας	και η υγεία των ανθρώπων.
Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	Τα απόβλητα ξύλου μπορούν να έχουν τοξικά πρόσθετα ή επικαλύψεις που μπορούν να διαρρεύσουν στον χώρο υγειονομικής ταφής και να μολύνουν τους υδροφόρους ορίζοντες και την ατμόσφαιρα όταν καίγονται ως καύσιμο.	Τα προϊόντα πρέπει να εγκατασταθούν για εύκολη αποσυναρμολόγηση και επαναχρησιμοποίηση σε άλλα κτίρια. Εάν δεν είναι δυνατόν, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λίπασμα ή ως πηγή ενέργειας. Τοξικές επεξεργασίες, πρόσθετα και επικαλύψεις στα απόβλητα μπαμπού θα μπορούσαν να διαρρεύσουν στον χώρο υγειονομικής ταφής.	Θα πρέπει να γίνει με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

3.4.2 Σχεδιασμός με ξύλο

Το ξύλο είναι ένας πορώδης και ινώδης δομικός ιστός που βρίσκεται στους μίσχους και τις ρίζες των δέντρων και άλλων ξυλωδών φυτών. Το ξύλο χρησιμοποιείται ευρέως και ποικιλοτρόπως στις οικοδομικές κατασκευές, λαμβάνοντας τη μορφή πολλών διαφορετικών προϊόντων, πολλά από τα οποία είναι σανίδες που κατασκευάζονται από απορρίμματα (π.χ. μοριοσανίδες). Οι πρόσφατες εξελίξεις στις βιώσιμες χρήσεις της ξυλείας έχουν επικεντρωθεί σε αντικολλητά πάνελ χωρίς κόλλα (για την αποφυγή χημικών ουσιών), σε πάνελ με απανθρακωμένη θερμότητα (για τη βελτίωση της αντοχής και της ανθεκτικότητας χωρίς τη χρήση χημικών πρόσθετων και διεργασιών κατεργασίας υπό πίεση), σε πυκνωμένα δομικά ξύλινα στοιχεία (για τη βελτιστοποίηση της ποσότητας του απαιτούμενου υλικού) και σε ελαφριά κατασκευασμένα ξύλινα πάνελ (τμήματα με κυψελωτή και σάντουιτς δομή με χρήση κόντρα πλακέ, MDF, OSB ή πάνελ LSL). Η τυπολογία συμβάλλει επίσης στη βιωσιμότητα: για παράδειγμα, τα ψηλά κτίρια από ξύλο, τα οποία αποφεύγουν τη χρήση υλικών υψηλής όχλησης, όπως ο χάλυβας ή το σκυρόδεμα, και μπορούν να επωφεληθούν από τις μεθόδους προκατασκευής.

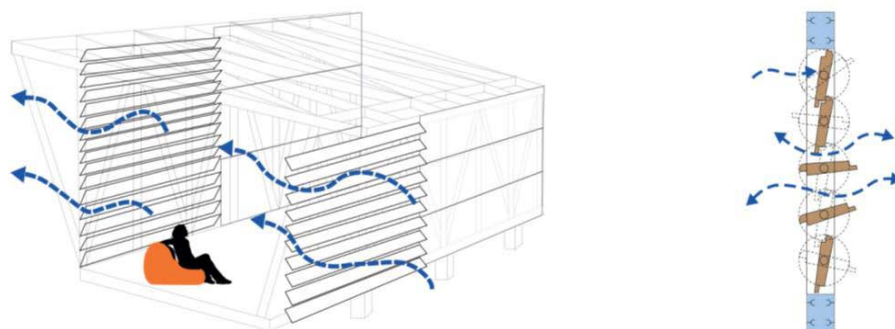
Πλεονεκτήματα της χρήσης ξύλου

- Ενεργειακή απόδοση: Το ξύλο απαιτεί μικρή κατανάλωση ενέργειας λόγω της κυψελοειδούς δομής του. Η παραγωγή του συνεπάγεται χαμηλές εκπομπές CO₂ στην ατμόσφαιρα.

- **Αντοχή και βάρος:** Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα του ξύλου είναι η αντοχή του σε σχέση με το βάρος του, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα ανταγωνιστικό σε σχέση με το σκυρόδεμα ή το χάλυβα για τη χρήση του σε φέροντες οργανισμούς που έχει επίσης εξαιρετική απόδοση έναντι της πυρκαγιάς.
- **Προέλευση:** Το ξύλο είναι ένα είδος το οποίο είναι πολύ ανθεκτικό στην παραγωγή: Το ξύλο προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή (δέντρα, τα οποία αναπτύσσονται με το φως του ήλιου). Είναι ένα βιοδιασπώμενο υλικό με CO².
- **Ικανότητα μόνωσης:** Είναι ένα ευχάριστο, ζεστό και άνετο υλικό με χρήσιμες ιδιότητες όπως η θερμική και ηχητική μόνωση. Λόγω της κυψελοειδούς δομής του, το ξύλο έχει την ικανότητα να αποφεύγει τις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας, μειώνοντας έτσι τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου. Το ξύλο έχει καλή δομική αντοχή σε σχέση με το βάρος του. Εάν οι δομικές ενώσεις επιλύονται με την τοποθέτηση ή το βίδωμα των στοιχείων του, η αποσυναρμολόγηση στο τέλος της ζωής του κτιρίου είναι ευκολότερη. Η σκληρότητα και η αντοχή ορισμένων ξύλων τα καθιστούν κατάλληλο υλικό για τη χρήση του ως εξωτερική επένδυση ακόμη και σε μέρη με ακραία κλίματα.

Δεδομένου ότι το ξύλο είναι ευαίσθητο στις μεταβολές της υγρασίας, της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι σημαντικό να επιλέγεται το σωστό είδος και η κατάλληλη επεξεργασία ώστε να αντέχει επαρκώς στις καιρικές συνθήκες. Ρυθμιζόμενα ξύλινα πηγάκια συμβάλλουν στη βελτίωση της κλιματικής άνεσης, ιδίως σε ενδοτροπικά κλίματα, επειδή προάγουν τη ροή του αέρα.

Τα ξύλινα δάπεδα είναι άνετα, σκληρά, ανθεκτικά και υγιεινά. Επιπλέον, η ενέργεια που απαιτείται για την κατασκευή τους είναι πολύ χαμηλή. Τα ξύλινα δάπεδα είναι συμβατά με τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης με ακτινοβολία. Οι μονωτικές ιδιότητες του ξύλου καθιστούν την επαφή ευχάριστη και όχι επιθετική. Είναι μια υγιεινή λύση για ανθρώπους με αλλεργίες, επειδή τα ξύλινα δάπεδα δεν συσσωρεύουν μούχλα, ακάρεα σκόνης ή γύρη δεν παράγουν ηλεκτρομαγνητική ρύπανση - και είναι μια καλή ρυθμιστής της υγρασίας.



Εικόνα 3.17: Συστήματα θέρμανσης και ψύξης με εκπομπές ενέργειας που ενσωματώνονται σε ξύλινα δάπεδα

Παράδειγμα σχεδιασμού με ξύλο

Δημαρχείο Βόρειου Βανκούβερ, Βανκούβερ, Καναδάς, 2012.

Το έργο ανακαίνισης επέκτεινε το υπάρχον κτίριο σε μια νέα κατασκευή βιβλιοθήκης που είχε πρόσφατα αδειάσει, χρησιμοποιώντας μια καινούργια γέφυρα αίθριο που λειτουργεί ως κοινωνικός χώρος για την κοινότητα. Ο σχεδιασμός είναι ανοικτός και διαφανής προκειμένου να ενσωματωθεί στο τοπίο και να δημιουργήσει έναν ευέλικτο χώρο για τις υπηρεσίες που προσφέρονται στο κοινό. Το αποτέλεσμα είναι ένα οικοδομικό τετράγωνο μήκους 67 μέτρων που δημιουργήθηκε με μια καινοτόμο ξύλινη δομή: χρησιμοποιεί ένα σύστημα μαζικής ξυλείας, το

οποίο αναπτύχθηκε με τη χρήση πάνελ LSL (laminated strand lumber) μεγάλου μεγέθους, ένα προϊόν που χρησιμοποιεί πολύ νεαρά δέντρα για να δημιουργήσει πολύ ισχυρά δομικά πάνελ. Αυτά τα μεγάλα συστήματα LSL χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια σε όλο το υπάρχον κτίριο της βιβλιοθήκης όχι μόνο ως δομικό σύστημα αλλά και ως ακουστική επεξεργασία φινιρίσματος για την οροφή. Λόγω της διαστατικής τους σταθερότητας και της τυποποιημένης παραγωγής, η χρήση του συστήματος επιταχύνει τη διαδικασία κατασκευής. Ως πρόσθετο βιώσιμο χαρακτηριστικό, οι υπηρεσίες του κτιρίου είναι συνδεδεμένες με μια ηλιακή συστοιχία και μονάδα τηλεθέρμανσης, που βρίσκεται στην οροφή του νέας βιβλιοθήκης και κάτω από τη δημόσια πλατεία, αντίστοιχα.



Εικόνα 3.18: Φωτογραφία της MGA | Michael Green Architecture © Martin Tessler «Γενική εικόνα του συστήματος»



Εικόνα 3.19: Εσωτερική όψη του νέου κτιρίου, φωτογραφία της MGA | Michael Green Architecture © Ema Pete

3.4.3 Σχεδιασμός με μπαμπού

Το μπαμπού είναι μια υπο-οικογένεια ανθοφόρων πολυετών αειθαλών φυτών της οικογένειας των χόρτων Poaceae. Περιλαμβάνει μερικά από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα φυτά στον κόσμο. Τα μπαμπού έχουν αξιοσημείωτη οικονομική και πολιτιστική σημασία στην Ασία, καθώς χρησιμοποιούνται για οικοδομικά υλικά από την αρχαιότητα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης μπαμπού:

- Πολύ γρήγορη ανάπτυξη: Κάποια είδη μπορούν να φτάσουν τα 20 μέτρα σε δύο μήνες, γεγονός που δεσμεύει μεγάλη ποσότητα CO₂. Χρειάζονται περίπου τέσσερα ή πέντε χρόνια για να

αποκτήσουν αρκετή σκληρότητα ώστε να χρησιμοποιηθούν. Σε αντίθεση με το ξύλο, δεν είναι απαραίτητη η μεταφύτευση, επειδή οι ρίζες παραμένουν και παράγουν νέους βλαστούς.

- Ελαφρύ, ανθεκτικό και εύκαμπτο: Αυτές οι ιδιότητες καθιστούν ένα υλικό από ανανεώσιμη πηγή κατάλληλο για το σχεδιασμό κατασκευών λόγω της ευελιξίας του, ειδικά σε περιοχές με υψηλή σεισμική δραστηριότητα, καθιστώντας το ιδιαίτερα ανθεκτικό στους σεισμούς. Η ελαφρότητά του μειώνει επίσης τις ζημιές και επιτρέπει την ταχύτερη και ευκολότερη ανακατασκευή σε σχέση με άλλα υλικά.
- Εξοικονόμηση ενέργειας: Οι φυσικές διαστάσεις του μπαμπού επιτρέπουν τον εύκολο χειρισμό, την αποθήκευση και τη μεταφορά. Επίσης, ο μετασχηματισμός του δημιουργεί πολύ λίγα απόβλητα και δεν χρειάζεται πολλή ενέργεια ή περίπλοκα εργαλεία.
- Περιεκτικότητα του αέρα σε CO₂: Είναι ένας εξέχων δεσμευτής διοξειδίου του άνθρακα.

Λειτουργίες σχεδιασμού:

Ο Penda σχεδίασε ένα φορητό ξενοδοχείο του οποίου η δομή είναι κατασκευασμένη από μέλη μπαμπού. Η κύρια ιδέα πίσω από το σχεδιασμό είναι η χρήση μιας άρθρωσης που μπορεί να επαναληφθεί σε οποιαδήποτε κατεύθυνση, η οποία προσδίδει σταθερότητα στο κτίριο και του επιτρέπει να φιλοξενήσει το πρόγραμμά του. Μια οριζόντια πλάκα συνδέει αυτές τις δομικές αρθρώσεις και δημιουργεί ένα θεμέλιο για το κτίριο που θα κατοικηθεί. Οι αρμοί είναι δεμένοι με σχοινιά ώστε να μπορούν εύκολα να αποσυναρμολογηθούν και να μετακινηθούν αλλού. Ορισμένα ερευνητικά προγράμματα εργάζονται πάνω σε ένα πρωτότυπο ικανό να αντικαταστήσει τον χάλυβα με μπαμπού σε οπλισμένο σκυρόδεμα προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε μέρη όπου ο χάλυβας δεν είναι εύκολο να παραχθεί ή επειδή το μπαμπού είναι βιώσιμο, εξαιρετικά ανθεκτικό, ελαφρύ, φθινό υλικό και παρουσιάζει υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό. Αυτή η χρήση απαιτεί κατάλληλη επεξεργασία του μπαμπού ώστε να μην είναι ευάλωτο στις μεταβολές της θερμοκρασίας, του νερού και της βιοαποικοδόμησης.

Πάνελ για οροφές, τοίχους και δάπεδα:

Λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής των δαπέδων μπαμπού, των σανίδων καταστρώματος ή πάνελ, ο περιβαλλοντικός αντίκτυπός τους είναι μικρότερος επειδή το μπαμπού δεν χρειάζεται να αντικαθίσταται τόσο συχνά όσο άλλες φυσικές σανίδες.

Τα πάνελ από μπαμπού είναι αντιστατικά και μη αλλεργιογόνα εάν κατασκευάζονται με συγκολλητικές ουσίες χωρίς φορμαλδεΰδη και πτητικές οργανικές ουσίες εκπομπών πτητικών ενώσεων (VOC), ώστε να μπορούν να παρέχουν ένα υγιές εσωτερικό περιβάλλον.

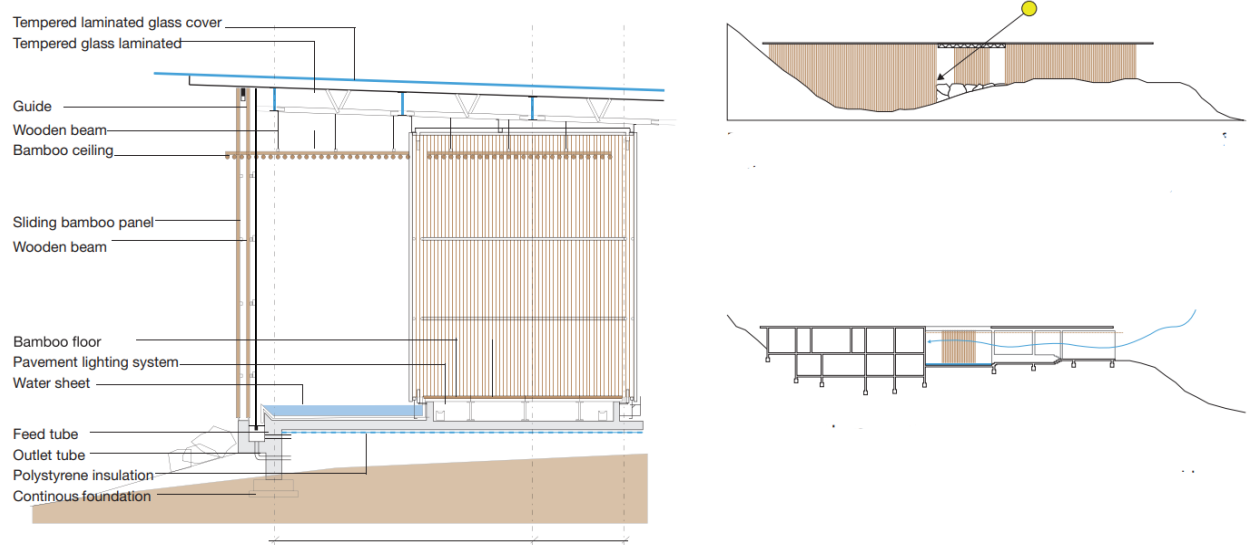
Παράδειγμα σχεδιασμού με μπαμπού

Great (μπαμπού) Wall House Πεκίνο, Κίνα, 2000. Kengo Kuma & Συνεργάτες.

Αυτό το έργο ονομάστηκε "τείχος" αντί για "σπίτι" επειδή η τοποθεσία βρίσκεται σε ένα δάσος δίπλα στο Σινικό Τείχος της Κίνας και οι αρχιτέκτονες ενδιαφέρθηκαν να ερμηνεύσουν την τυπική του ποιότητα: να τρέχει κατά μήκος της κυματιστής κορυφογραμμής, ενσωματωμένο στο περιβάλλον και όχι να το αντιλαμβάνονται ως απομονωμένο αντικείμενο. Το έργο χρησιμοποιεί το μπαμπού όπου είναι δυνατόν, ως τοπικό υλικό γεμάτο συμβολισμού, αλλά και ως μέσο για την ενίσχυση των φυσικών χαρακτηριστικών του τοπίου και ως διηθητική οθόνη που επιτρέπει στον άνεμο και το φως να περνούν.



Εικόνα 3.20: Όψη των εφαρμοσμένων πάνελ μπαμπού



Εικόνα 3.21: Λεπτομέρεια του τμήματος του σπιτιού, όψη που δείχνει τη γυάλινη οροφή για την εισροή του ηλιακού φωτός, τομή σπιτιού: οι ανοιχτοί χώροι εξασφαλίζουν την κυκλοφορία του αέρα για την επίτευξη θερμικής άνεσης, φωτογραφία του Kengo Kuma Architects © Satoshi Asakawa

3.4.4 Σχεδιασμός με κάνναβη

Το σκυρόδεμα κάνναβης είναι ένα δομικό υλικό που ενσωματώνει τεμαχίδια κάνναβης σε ένα μείγμα ασβεστοδεσμευτικών υλικών και νερού. Είναι πολύ ευέλικτο, καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υλικό πλήρωσης για τη διαμόρφωση τοίχων αλλά και ως μονωτικό υλικό για τοίχους, δάπεδα και οροφές.

Πλεονεκτήματα της χρήσης του κανναβικού σκυροδέματος:

- Ταχεία ανάπτυξη: Τα φυτά κάνναβης μπορούν να αναπτυχθούν έως και 5 μέτρα σε ένα χρόνο, παράγοντας ίνες υψηλής απόδοσης και σπορέλαιο.
- Καλή θερμομόνωση: Το κάνναβο - σκυρόδεμα έχει παρόμοιες επιδόσεις με τον πετροβάμβακα ή τον υαλοβάμβακα. Το γεγονός ότι είναι σχετικά βαρύ του προσδίδει θερμική μάζα, η οποία συμβάλλει στη μείωση των ενεργειακών φορτίων από τη θέρμανση.
- Υλικό με αρνητικό αντίκτυπο στον άνθρακα: Η παραγωγή του Hempcrete εξαλείφει περισσότερο CO₂ από ό,τι παράγει, επειδή η κάνναβη είναι ένα από τα φυτά με μεγαλύτερη ικανότητα να απορροφήσει CO₂ κατά την ανάπτυξή της, γεγονός που αντισταθμίζει τις εκπομπές

που δημιουργούνται κατά τις διαδικασίες παραγωγής, μεταφοράς, εγκατάστασης και ανακύκλωσης.

- Σκληρότητα και πορώδες: Το σκυρόδεμα κάνναβης είναι ένα ισχυρό, ελαφρύ, αναπνεύσιμο, πυράντοχο και αδιάβροχο υλικό, το οποίο επιτρέπει τον σχεδιασμό κτιρίων με υψηλό βαθμό κλιματικής άνεσης και ποιότητας εσωτερικού αέρα, χωρίς κίνδυνο παρασίτων, μούχλας και πυρκαγιάς.
- Εύκολα αναλώσιμο: Μπορεί απλά να πέσει στο έδαφος και θα λειτουργήσει ως λίπασμα.

Εργασίες σχεδιασμού:

Τοίχοι: Το Hempcrete είναι ατμοδιαπερατό, αεροστεγές μονωτικό υλικό και έχει αρκετή θερμική μάζα ώστε να αποτελεί αποτελεσματική λύση μόνωσης. Οι μηχανικές του ιδιότητες είναι αρκετά καλές ώστε να χρησιμοποιείται στο κέλυφος του κτιρίου ως υλικό διαμόρφωσης.

Μόνωση πλάκας δαπέδου και οροφής: Οι καλές μονωτικές του ιδιότητες επιτρέπουν τη διαμόρφωση ολόκληρου του θερμικού κελύφους του κτιρίου από κανναβο - σκυρόδεμα.

Αναβάθμιση: Αποτελεί κατάλληλο υλικό για τη βελτίωση των συνθηκών μόνωσης υφιστάμενων και ιστορικών κτιρίων, χάρη στην ευελιξία του να προσαρμόζεται σε οποιοδήποτε σχήμα πριν από την πήξη και να υποστηρίζει το ίδιο του το βάρος. Είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για την επισκευή ξύλινων πλαισίων πλήρωσης ή για την προσθήκη μόνωσης σε τοίχους από συμπαγή τοιχοποιία, και λειτουργεί σε αρμονία με τον αρχικό οικοδομικό ιστό σε παραδοσιακά κτίρια για να αποτρέψει τον εγκλωβισμό της υγρασίας στον τοίχο.

Παράδειγμα σχεδιασμού με κάνναβη

CDL Πράσινη γκαλερί Σιγκαπούρη, 2013, DP architects.



Εικόνα 3.22: Τρισδιάστατο σχέδιο που υποδεικνύει τα κύρια βιώσιμα χαρακτηριστικά



Εικόνα 3.23: Εξωτερικές απόψεις του κτιρίου, φωτογραφία της DP Architects © City Developments Limited

Hempcrete: Είναι ένα προκατασκευασμένο αρθρωτό σύστημα και ένα βιοϋλικό.

Προκατασκευασμένο αρθρωτό σύστημα: Είναι επωφελές με χαμηλές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Φωτισμός LED και σύστημα κλιματισμού: Ενεργειακά αποδοτικός αέρας που συμβάλλει στη μείωση της ενέργειας την κατανάλωση ενέργειας.

Πράσινη οροφή: Τα φυτά ανήκουν ανθεκτικά στην ξηρασία με αποτέλεσμα τη μείωση της αστικής θερμικής νησίδας.

Πράσινοι τοίχοι: Προσέλκυση φυτών με πεταλούδα για την τόνωση της βιοποικιλότητας.

Αυτό το κτίριο αποτελεί επέκταση του Μουσείου Κληρονομιάς των Βοτανικών Κήπων της Σιγκαπούρης και παρουσιάζει εκθέματα που σχετίζονται με τη βοτανική και το πράσινο.

Έχει σχεδιαστεί διεξοδικά ώστε να είναι βιώσιμο. Ο επιλεγμένος σχεδιασμός και τα υλικά και οι τεχνικές κατασκευής είχαν ως στόχο να υποστηρίξουν την προστασία του περιβάλλοντος. Σημαντικό μέρος αυτής της στρατηγικής είναι η χρήση ενός προκατασκευασμένου αρθρωτού συστήματος για γρήγορη, καθαρή και ακριβή κατασκευή και η χρήση κανναβικού σκυροδέματος, ενός ανθεκτικού, φυτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την εξωτερική επένδυση των τοίχων. Το κανναβικό σκυρόδεμα επιλέχθηκε για τις θερμικές του ιδιότητες, ιδανικές για τις απαιτήσεις ελέγχου του κλίματος στη γκαλερί.

Το έργο περιλαμβάνει επίσης πράσινους τοίχους που επενδύονται σκόπιμα με φυτικά είδη που προσελκύουν πεταλούδες για την ενθάρρυνση της βιοποικιλότητας, ενεργειακά αποδοτικά εσωτερικά εξαρτήματα, παθητικά και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης χαρακτηριστικά σχεδιασμού, ιδιαίτερα ενεργειακά αποδοτικά συστήματα κτιρίου και ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ οροφής που συλλέγουν ανανεώσιμη ενέργεια για τις λειτουργίες του κτιρίου.

3.4.5 Σχεδιασμός με προϊόντα που προέρχονται από ξύλο

Η εκμετάλλευση των δέντρων για τον κλάδο των κτιριακών κατασκευών δεν περιορίζεται στην ξυλεία. Είναι επίσης δυνατό να ληφθούν από αυτά και άλλοι πόροι όπως το χαρτί, το φυσικό καουτσούκ ή ο φελλός, που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Η εξόρυξη του φελλού δεν συνεπάγεται καμία βλάβη για τη δρυ, και μπορεί να αφαιρεθεί από αυτήν περιοδικά, αφού το δέντρο τον παράγει ξανά. Πολλά από αυτά τα δάση διαχειρίζονται από τους παραγωγούς φελλού. Ωστόσο, η παραγωγή χαρτιού συνεπάγεται σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η εξόρυξη του χαρτοπολτού απαιτεί την κοπή δέντρων - τα εργοστάσια παραγωγής χαρτοπολτού και χαρτιού είναι υπεύθυνα για σημαντική ρύπανση του αέρα, των υδάτων και του εδάφους - ακόμη και η αποχρωματισμός κατά την ανακύκλωση του χαρτιού είναι επίσης μια τοξική και ρυπογόνος διαδικασία.

Η κατάσταση αυτή έχει δημιουργήσει άφθονη έρευνα και έχει προκαλέσει προληπτικά περιβαλλοντικά μέτρα. Όπως και με τα προϊόντα ξύλου, για να θεωρηθεί ένα παράγωγο ξύλου βιώσιμο, η πρώτη προϋπόθεση που πρέπει να πληρούται είναι να προέρχεται από καλά διαχειριζόμενα δάση με οικολογική πιστοποίηση που να εγγυάται νόμιμη και ηθική διαχείριση. Ομοίως, συμβάλλουν σε όλα τα οφέλη που σχετίζονται με τη βιώσιμη διατήρηση των περιβαλλοντικών αξιών των δασών, πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους, ισορροπία των υδραυλικών κύκλων της Γης, δέσμευση CO₂, αναπλήρωση των υδροφόρων οριζόντων και δημιουργία τοπικών θέσεων εργασίας που σχετίζονται με τη συντήρηση και την εκμετάλλευση του δάσους.

Επιπλέον, τα προϊόντα της ξυλοβιομηχανίας μπορούν να αποθηκεύσουν το CO₂ που συνέλαβε το δέντρο από τον αέρα πριν από την υλοτομία του, αποτελώντας με αυτόν τον τρόπο δεξαμενές

διοξειδίου του άνθρακα. Η τεχνική πρόοδος στον κλάδο αυτό μπορεί να βελτιώσει περαιτέρω αυτά τα περιβαλλοντικά διαπιστευτήρια. Είναι δυνατή η βελτιστοποίηση της ποσότητας των πρώτων υλών και η ελαχιστοποίηση της ποσότητας ενέργειας και νερού που απαιτείται για την κατασκευή του προϊόντος, καθώς και των εκπομπών τοξικών ουσιών.

Πίνακας 3.5: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Φελλού και Χαρτιού

Πλεονεκτήματα	Φελλός	Χαρτί
		
Εξόρυξη πρώτων υλών	Τα δάση φελλοφόρου βελανιδιάς αποτρέπουν τη διάβρωση του εδάφους, βοηθούν στην αναπλήρωση των υδροφόρων οριζώντων και παρέχουν ένα συγκεκριμένο βιότοπο, το σπίτι πολλών απειλούμενων ειδών. Η τακτική εξόρυξη του φελλού αποτελεί θεμελιώδη συμβολή για την περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική βιωσιμότητα των αγροτικών περιοχών της περιοχής της Μεσογείου όπου μπορεί να βρεθεί η φελλοφόρος δρυς. Εκτός από την παραγωγή οξυγόνου, όπως όλα τα δέντρα, η φελλοφόρος βελανιδιά έχει μια μοναδική κυτταρική δομή ικανή να συγκρατεί το CO ₂ , ο κύριος παράγοντας που είναι υπεύθυνος για την παγκόσμια προθέρμανση. Η εκχύλιση πραγματοποιείται με το χέρι και τα χημικά προϊόντα δεν χρησιμοποιούνται.	Το ξύλο είναι ανανεώσιμη πηγή. Τα δάση ξυλείας μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση του φυσικού περιβάλλοντος: παροχή οξυγόνου και βιοποικιλότητας, πρόληψη της διάβρωσης του εδάφους, υποστήριξη του υδρολογικού κύκλου, δέσμευση άνθρακα. Η υπεύθυνη παραγωγή χαρτοπολτού και χαρτιού εξασφαλίζει υγιή δάση. Δημιουργεί άμεση και έμμεση αγροτική απασχόληση που προέρχεται από τη διαχείριση των δασών.
Βιομηχανία	Ο φελλός είναι ένα υλικό χωρίς απόβλητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξ ολοκλήρου. Η σκόνη φελλού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βιομάζα. Η κυκλική εκχύλισή του επιτρέπει στο δέντρο να έχει μια υγιή ανάπτυξη καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Η βελανιδιά παράγει καλής ποιότητας φελλό κάθε εννέα χρόνια.	Η χαρτοποιία παράγει υπολείμματα που μπορούν να μετατραπούν σε γεωργικούς πόρους, πρώτες ύλες ή ενέργεια
Κατασκευή	Ο φελλός είναι ένα ελαφρύ υλικό, εύκολο στη χρήση. Συνήθως, λειτουργεί ήδη με τη μορφή πάνελ	Το χαρτί είναι ένα εύκολα εγκαταστήσιμο ελαφρύ υλικό, γεγονός που το καθιστά ιδιαίτερα κατάλληλο για προσωρινά κτίρια / κατασκευές που πρέπει να κατασκευαστούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επιτρέπει γρήγορες και ξηρές συναρμολογήσεις και μπορεί να προκατασκευαστεί και να τυποποιηθεί.
Λειτουργία και Συντήρηση	Ο φελλός έχει εξαιρετικές ακουστικές και θερμικές ιδιότητες, επομένως τα	Το χαρτί, κατάλληλα επεξεργασμένο, είναι ένα υγιεινό και υγιεινό υλικό.

	κτίρια που κατασκευάζονται με αυτά μπορούν να βελτιώσουν τη θερμική άνεση με χαμηλότερο πάχος και βάρος από άλλες λύσεις. Έχει επίσης αντιστατικές, μη αλλεργιογόνες, αδιαπέραστες, πλευστές, ελαστικές, ανθεκτικές στη φθορά και επιβραδυντικές πυρκαγιάς ιδιότητες. Ως υλικό κάλυψης, δεν απαιτεί πρόσθετες θεραπείες.	Εάν έχει αρκετό πάχος. Προσφέρει καλή θερμική και ακουστική απόδοση.
Επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση	Ο φελλός είναι πλήρως ανακυκλώσιμος και επαναχρησιμοποιήσιμος.	Το χαρτί είναι ένα πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό. Ωστόσο, οι ίνες χαρτιού μπορούν κανονικά να επαναχρησιμοποιηθούν πέντε έως επτά φορές.

3.4.6 Σχεδιασμός με φελλό

Ο φελλός είναι ένας φυτικός ιστός που αποτελείται από διάφορα στρώματα νεκρών κυττάρων που καλύπτουν εξωτερικά τον κορμό και τα κλαδιά ορισμένων δέντρων, ιδίως των βελανιδιών (φλοιός του φελλώδους δρυός). Χαρακτηρίζεται από την αδιαπερατότητα και την ελαστικότητά του.

Λειτουργίες σχεδιασμού

Στέγες

Οι πλάκες φελλού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την απομόνωση των καλυμμάτων και την υποστήριξη του συστήματος στεγανοποίησης που σχηματίζει ένα κεκλιμένο επίπεδο. Ο φελλός είναι ανθεκτικός σε υψηλές θερμοκρασίες, σταθερός, ιδιαίτερα μονωτικός, δεν υφίσταται μεγάλες παραμορφώσεις και είναι αδιάβροχος, καθώς επίσης δεν έχει τριχοειδείς ιδιότητες. Το μικρό του βάρος τον καθιστά ιδανικό όταν το κάλυμμα δεν είναι ικανό να αντέξει μεγάλο φορτίο, όπως στην περίπτωση των αποκαταστάσεων.

Προσόψεις

Η βιομηχανία προσφέρει τεχνικές λύσεις που χαρακτηρίζονται από μειωμένες θερμογέφυρες, γεγονός που μεταφράζεται σε λιγότερο παχιά θερμομόνωση με τον ίδιο συνολικό συντελεστή μεταφοράς θερμότητας. Ως αποτέλεσμα, βελτιώνεται η θερμική άνεση το χειμώνα (αύξηση των ωφέλιμων ωρών ηλιοφάνειας) και το καλοκαίρι λόγω της ικανότητας ρύθμισης της εσωτερικής θερμοκρασίας. Μειώνεται το βάρος των τοίχων και των μόνιμων φορτίων πάνω στην κατασκευή.

Εσωτερικοί τοίχοι

Η χρήση φύλλων φελλού ως σύστημα εσωτερικής επένδυσης βελτιώνει τη θερμική και ακουστική άνεση σε οποιονδήποτε χώρο.

Δάπεδα

Τα δάπεδα από φελλό επιτρέπουν την προσαρμογή της θερμοκρασίας του χώρου λόγω των ευνοϊκών ιδιοτήτων του ως θερμομονωτικού και ακουστικού υλικού. Διαθέτει επίσης πολλές άλλες ιδιότητες όπως ελαστικότητα, η οποία συμβάλλει στην απορρόφηση των κραδασμών, και υψηλή απορροφητική ικανότητα, η οποία μειώνει τον θόρυβο - είναι επίσης άνετος, φυσικός, οικολογικός, υγιεινός, ανθεκτικός και εύκολα συντηρήσιμος. Για τη βελτίωση της ανθεκτικότητας, υπόκειται σε επιφανειακή επεξεργασία. Παρόλο που το υλικό στη φυσική του κατάσταση έχει χαμηλές εκπομπές, τα εφαρμοζόμενα φινιρίσματα μπορεί να αποτελέσουν πηγή εκλυόμενων αερίων.

Πλεονεκτήματα της χρήσης φελλού

- Ανακυκλώσιμος: Τα προϊόντα από φελλό είναι 100% ανακυκλώσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή άλλων αντικειμένων.

- Τα δέντρα δεν πεθαίνουν ούτε υφίστανται ζημιές κατά την εξαγωγή του φελλού: Ο φλοιός της βελανιδιάς μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς να υποστούν ζημιά τα δέντρα. Επίσης, θα παράγουν με φυσικό τρόπο νέο φλοιό, ο οποίος μπορεί να εξάγεται περιοδικά.
- Αποτρέπει τη διάβρωση του εδάφους: Οι βελανιδιές έχουν προσαρμοστεί στο μεσογειακό κλίμα, το οποίο είναι συνήθως θερμό και ξηρό το καλοκαίρι, γι' αυτό και έχουν βαθιές ρίζες που βοηθούν και αποτρέπουν τη διάβρωση του εδάφους.
- Θερμικές και ακουστικές ιδιότητες: Ο φελλός έχει καλές μονωτικές και ακουστικές ικανότητες, ενώ είναι επίσης ανθεκτικός και αδιάβροχος. Για τις ιδιότητες αυτές, είναι μια καλή επιλογή για τη χρήση φελλού ως εξωτερικό στρώμα της πρόσοψης, το οποίο παίζει βασικό ρόλο στη θερμική και ακουστική μόνωση του κτιρίου, χωρίς την ανάγκη ενός επιπλέον στρώματος προστασίας.
- Αντιστατικός και αντιαλλεργικός: Οι επιφάνειες φελλού συμβάλλουν στη δημιουργία υγιεινών εσωτερικών χώρων, επειδή δεν απορροφούν σκόνη και ακάρεα.

Παράδειγμα σχεδιασμού με παράγωγα ξύλου

Οινοποιείο Logowines Έβρα, Πορτογαλία, 2004.

Το οινοποιείο Logowines είναι ένας τετράγωνος χώρος που καλύπτεται εξ ολοκλήρου με πάνελ φελλού, εκτός από τρία λευκά προεξέχοντα κουτιά που στεγάζουν τη δημόσια χρήση του κτιρίου. Το κτίριο έχει συνολική έκταση 3.780 m² και χωρίζεται σε δύο ορόφους. Το ένα από αυτά είναι μερικώς θαμμένο για να επιτευχθούν οι βέλτιστες συνθήκες θερμοκρασίας για την παραγωγή και την αποθήκευση του κρασιού. Το ορθογώνιο σχήμα του κτιρίου ελαχιστοποιεί την περίμετρο που εκτίθεται στις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, βελτιστοποιώντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας. Η κάλυψη του μπλοκ με φελλό συμβάλλει στην επίλυση των μονωτικών αναγκών των κτιρίων, τόσο των θερμικών όσο και των ακουστικών, και εξαλείφει την ανάγκη τοποθέτησης πρόσθετων τελειωμάτων για την προστασία των μονωτικών στρωμάτων, όπως είναι απαραίτητο στις περισσότερες αεριζόμενες προσόψεις, αφού ο φελλός δεν χρειάζεται να καλυφθεί για λειτουργικούς ή αισθητικούς λόγους. Έτσι, είναι δυνατή η βελτιστοποίηση της θερμικής απόδοσης του κτιρίου ελαχιστοποιώντας τη χρήση υλικών, καθώς και η μείωση του φορτίου βάρους που πρέπει να μεταφερθεί στην κατασκευή, δεδομένου ότι ο φελλός είναι ένα πολύ ελαφρύ υλικό. Όπως φαίνεται στις φωτογραφίες, το χρώμα και η υφή του φελλού επιτρέπουν την πλήρη ενσωμάτωση του κτιρίου στο τοπίο.



Εικόνα 3.24: Όψη του κτιρίου, φωτογραφία της PMC Arquitectos © João Morgado.

3.4.7 Σχεδιασμός με χαρτί

Το χαρτί είναι ένα λεπτό υλικό που παράγεται από τη συμπίεση υγρών ινών κυτταρινικού πολτού που προέρχονται από ξύλο, κουρέλια ή χόρτα και την ξήρανσή τους σε εύκαμπτα φύλλα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης χαρτιού

Ανακυκλώσιμο

Το χαρτί κατασκευάζεται κυρίως από ξύλο και ανακυκλωμένο χαρτί. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα προϊόντα από χαρτί και χαρτόνι αντιπροσωπεύουν το μεγαλύτερο μέρος των σκουπιδιών που παράγουμε, μπορούμε γρήγορα να συμπεράνουμε τη σημασία της ανακύκλωσης στην κατασκευή του και πόσα δέντρα δεν θα κόβονταν για την παραγωγή χαρτιού αν το 100% αυτών των αποβλήτων μπορούσε να επαναχρησιμοποιηθεί. Οι ανακτημένες ίνες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή νέων προϊόντων χαρτιού, κατασκευασμένων εξ ολοκλήρου από 100% ανακυκλωμένες ίνες. Ωστόσο, κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης, οι ίνες με τις οποίες κατασκευάζεται το χαρτί υποβαθμίζονται προοδευτικά, έτσι μπορούν κανονικά να επαναχρησιμοποιηθούν πέντε έως επτά φορές.

Ελαφρύ

Οικοδομικά στοιχεία, τούβλα και πάνελ κατασκευάζονται με τη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού αναμεμειγμένου με άλλα υλικά, όπως άμμος ή ασβέστης. Αυτά τα νέα προϊόντα είναι σημαντικά ελαφρύτερα από άλλα δομικά στοιχεία που κατασκευάζονται με άλλα υλικά, επιτρέποντας τον εύκολο χειρισμό και μπορούν πολύ γρήγορα να φιλοξενήσουν ανθρώπους χωρίς μηχανήματα ή εξειδικευμένο εργατικό δυναμικό.

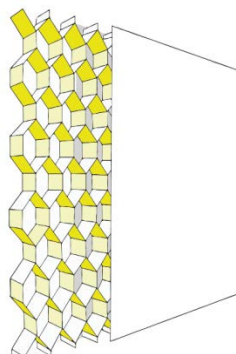
Θερμομόνωση

Το χαρτί είναι ένας καλός θερμομονωτής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορα μέρη του κτιρίου.

Λειτουργίες Σχεδιασμού

Μόνωση

Οι ανακυκλωμένες εφημερίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως θερμομόνωση στην πρόσοψη. Συνήθως, μετά την άλεση του παλιού χαρτιού, προστίθενται άλατα βόρακα, ώστε να αποκτήσει αντιμυκητιακές, πυρίμαχες και εντομοκτόνες ιδιότητες. Κανονικά, εγκιβωτίζεται ή προβάλλεται υγρό. Το χαρτί παρουσιάζει επίσης αποτελεσματικές ηχομονωτικές ιδιότητες. Η θερμική του απόδοση είναι κοντά στο ξύλο, οπότε μπορεί να εξισορροπήσει τις θερμοκρασιακές αιχμές λόγω της ικανότητας θερμικής αποθήκευσης. Συμπεριφέρεται με αντικυκλικό τρόπο για 12 ώρες, επιτρέποντας στις προσόψεις να αντισταθμίζουν τις εξωτερικές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.



Εικόνα 3.25: Λεπτομέρεια του Swisscell χάρτινα πάνελ

Κατακόρυφο περίβλημα

Το προκατασκευασμένο Universal World House χρησιμοποιεί πάνελ από χαρτί Swisscell, πατέντα της Wall AG. Η επιφάνειά του είναι 35 m², ζυγίζει 800 kg και κοστίζει λιγότερο από 5.000 δολάρια. Έχει σχεδιαστεί για άστεγους ανθρώπους σε αναπτυσσόμενες χώρες. Το Swisscell είναι ένα υλικό από ανακυκλωμένο χαρτί εφημερίδων και χαρτόνι, στο οποίο προστίθεται μια ρητίνη. Η δομή του έχει σχεδιαστεί με τη μορφή κηρήθρας, έτσι ώστε η μηχανική αντοχή και οι μονωτικές του ιδιότητες να είναι επαρκείς για την κατασκευή αυτών των προκατασκευασμένων κατοικιών. Ο κύριος στόχος είναι η μείωση των μεταφορών και η δημιουργία τοπικών θέσεων εργασίας, έτσι μόνο ορισμένα εξαρτήματα κατασκευάζονται στη Γερμανία.

Δομή

Ο Shigeru Ban έχει ερευνήσει, αναπτύξει και συστηματοποιήσει τη χρήση του χαρτονιού για την κατασκευή δομών που μπορούν να ανεγερθούν γρήγορα και χωρίς ειδικευμένο εργατικό δυναμικό για χώρους έκτακτης ανάγκης. Έχει δοκιμάσει και αποδεικνύει ότι οι σωλήνες από χαρτόνι, υπό κατάλληλη επεξεργασία, γίνονται κατάλληλα υλικά με επαρκή αντοχή για την κατασκευή φθηνών σπιτιών πολύ γρήγορα. Τα θεμέλια αυτών των κτιρίων κατασκευάζονται από κουτιά γεμάτα με άμμο που στηρίζουν τους σωλήνες από χαρτόνι, οι οποίοι έχουν στεγανοποιηθεί με διαφανή πολυουρεθάνη και είναι κολλημένοι μεταξύ τους για να αυξήσουν την αντοχή τους και στη συνέχεια σκληραίνονται με τεντωμένα καλώδια. Η οροφή επιλύεται με ένα δικτυωτό δοκάρι σύστημα από χαρτόνι όπου μπορεί να τοποθετηθεί ένας μουσαμάς ή αφαιρείται σε ζεστό καιρό για να επιτρέπει την κυκλοφορία του αέρα.

Παράδειγμα σχεδιασμού με χαρτί

Paper Concert Hall L'Aquila, Italy, 2011, Shigeru Ban Architects.

Κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής της G8 που πραγματοποιήθηκε στην πόλη L'Aquila τον Ιούλιο του 2009, αφού ένας σεισμός είχε προκαλέσει σοβαρές ζημιές σε χιλιάδες κτίρια της πόλης, η ιαπωνική κυβέρνηση δεσμεύτηκε να κατασκευάσει μια προσωρινή αίθουσα συναυλιών, που πρότεινε ο αρχιτέκτονας Shigeru Ban, για να στηρίξει την ανοικοδόμηση της πόλης, που φημίζεται για τη μουσική της σκηνή. Ο στόχος ήταν να κατασκευαστεί μια προσωρινή, ανθεκτική και εύκολα συναρμολογούμενη χάρτινη αίθουσα συναυλιών που θα μπορούσε να κατασκευαστεί οπουδήποτε αλλού, καθώς και να συνεχιστούν γρήγορα οι μουσικές δραστηριότητες στην πόλη. Το κτίριο έχει επιφάνεια 700 m² και παρέχει 230 θέσεις. Έχει το σχήμα ενός λοξού οβάλ ενσωματωμένου σε ένα τετράγωνο που περιβάλλεται από 44 πυλώνες, αξιοποιώντας την τεχνογνωσία του γραφείου Ban που χρησιμοποιεί κατασκευές από χάρτινους σωλήνες για κατασκευές έκτακτης ανάγκης χαμηλού κόστους. Η δομή του κτιρίου είναι κατασκευασμένη από χάλυβα, χαρτόνι, σκυρόδεμα και σάκους άμμου. Το εσωτερικό της οβάλ αίθουσας είναι επενδεδυμένο με ανακυκλωμένους χοντρούς σωλήνες από χαρτόνι, που συνδυάζουν δύο διαμέτρους (150 και 280 mm), γεμισμένους με άμμο για να παρέχουν ακουστική μόνωση. Οι τοίχοι από σακιά άμμου, που υποστηρίζουν το χάρτινο περίβλημα, παρέχουν περαιτέρω ηχομόνωση. Πρόσθετοι σωλήνες από χαρτόνι συμπληρώνουν τη δομή του κτιρίου στην περίμετρό του.



Εικόνα 3.26: Γενική άποψη του κτιρίου, φωτογραφία του Shigeru Ban Architects © Didier Boy de la Tour



Εικόνα 3.27: Εσωτερικές όψεις του κτιρίου, φωτογραφία Shigeru Ban Architects © Didier Boy de la Tour.

3.4.8 Σχεδιασμός με μέταλλο

Τα κύρια μέταλλα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι ο χάλυβας και το αλουμίνιο, η κατασκευή των οποίων συνεπάγεται υψηλή κατανάλωση ενέργειας και εκπομπή τοξικών ουσιών. Ωστόσο, οι εξαιρετικές μηχανικές τους ιδιότητες, ιδίως η ολκιμότητα και η αντοχή τους σε σχέση με το βάρος των υλικών, επιτρέπουν την κατασκευή αποδοτικών και βιώσιμων σχεδίων. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για την κατασκευή κτιριακών κατασκευών τόσο για νέα όσο και για ανακαινισμένα κτίρια, όπως οι λεπτές πλάκες που επιτρέπουν την αύξηση του ύψους από την οροφή έως το δάπεδο και τα μεγάλα ανοίγματα που επιτρέπουν τον σχεδιασμό ανοικτών και ευέλικτων χώρων, επιτρέποντας τροποποιήσεις της εσωτερικής κατανομής, ώστε το κτίριο να μπορεί να προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της ζωής του και ακόμη και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής του. Επιπλέον, και τα δύο υλικά είναι σε μεγάλο βαθμό ανακυκλώσιμα κυρίως για δύο λόγους. Τα δομικά στοιχεία που κατασκευάζονται από αυτά τα υλικά είναι πολύ συχνά προκατασκευασμένα, έτσι ώστε ένα ποσοστό τους να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε άλλο κτίριο, και τα ίδια τα υλικά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σχεδόν στο σύνολό τους, επιτρέποντας την κατασκευή νέων στοιχείων χωρίς να συνεπάγεται την εξάντληση των φυσικών πόρων.



Οικολογικές πιστοποιήσεις

Δεν υπάρχουν ακόμη διεθνείς οργανισμοί που να παρέχουν πιστοποίηση συστήματα ειδικά για το χάλυβα, οπότε οι περισσότεροι κατασκευαστές χάλυβα προσπαθούν να πληρούν διεθνή πρότυπα,

όπως το ISO 14001, ένα διεθνές σύστημα ποιότητας για την περιβαλλοντική διαχείριση που βοηθά τις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται τις περιβαλλοντικές τους ευθύνες και να συμμορφώνονται με τους νόμους, τις οδηγίες και τους κανονισμούς. Είναι επίσης χρήσιμο να γνωρίζονται τα παγκόσμια συστήματα πιστοποιήσεων, όπως ο Πράσινος Οδηγός Προδιαγραφών, τα οποία παρέχουν περιβαλλοντικές αξιολογήσεις με βάση τα κτιριακά συστήματα (π.χ. παράθυρα) ή ειδικά συστήματα πιστοποίησης, όπως οι Ενεργειακές Βαθμολογίες Παραθύρων (WER) και BES 6001, που εστιάζουν στην υπεύθυνη προμήθεια κατασκευαστικών προϊόντων. Ορισμένες χώρες έχουν αναπτύξει τους δικούς τους ειδικούς οργανισμούς. Στην Ισπανία, το Sostenibilidad Siderúrgica (βιωσιμότητα της βιομηχανίας χάλυβα) είναι ένα σύστημα πιστοποίησης που παρέχεται από την Ισπανική Ένωση Τυποποίησης και Πιστοποίησης, το οποίο χορηγείται σε χαλυβουργεία που έχουν επιλέξει εθελοντικά ένα μοντέλο υπεύθυνης διαχείρισης και έχουν ενσωματώσει τα πρότυπα του κλάδου τους, ενσωματώνοντας, με αυτόν τον τρόπο, τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές αξίες στις επιχειρηματικές τους δραστηριότητες.

Η Πρωτοβουλία Αλουμινίου Stewardship Initiative (ASI) είναι μια παγκόσμια πιστοποίηση, οργανισμός που παρέχει επιδόσεις και αλυσίδα φύλαξης στα πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά εφαρμόζονται σε όλα τα στάδια της παραγωγής και μετατροπής του αλουμινίου: εξόρυξη, παραγωγή, μεταποίηση (έλαση, διέλαση, σφυρηλάτηση και χυτήριο), μετατροπή, επαναλειώνοντας/ ανακυκλώνοντας και κριτήρια διαχείρισης που αφορούν για τους μεταγενέστερους χρήστες του αλουμινίου.

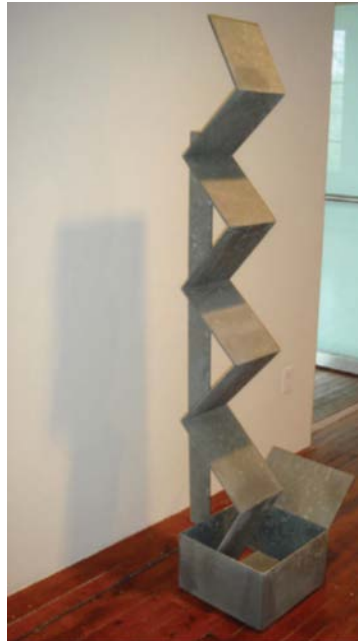
Πίνακας 3.6: Αξιολόγηση υλικών και περιβαλλοντικού προφίλ: Χάλυβα και Αλουμινίου

Πλεονεκτήματα	Χάλυβας	Αλουμίνιο
		
Εξαγωγή	Είναι ζωτικής σημασίας να προμηθεύεται από έναν υπεύθυνο προμηθευτή, να έχετε ένα σχέδιο για τη βελτιστοποίηση των πρώτων υλών και να χρησιμοποιείτε τοπικές προμήθειες για τη μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές.	Είναι ζωτικής σημασίας να προμηθεύεται από έναν υπεύθυνο προμηθευτή, να έχετε ένα σχέδιο για τη βελτιστοποίηση των πρώτων υλών και να χρησιμοποιείτε τοπικές προμήθειες για τη μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές.
Βιομηχανία	Τα αέρια παράγονται ως παραπροϊόντα της χαλυβουργίας, οπότε οι σημερινές προσπάθειες επικεντρώνονται στην ελαχιστοποίηση αυτών των εκπομπών με μεγιστοποίηση της χρήσης των αερίων που σχετίζονται με τη διαδικασία εργασίας ως καύσιμο για	Τα αέρια παράγονται ως παραπροϊόντα της χαλυβουργίας, οπότε οι σημερινές προσπάθειες επικεντρώνονται στην ελαχιστοποίηση αυτών των εκπομπών με μεγιστοποίηση της χρήσης των αερίων που σχετίζονται με τη διαδικασία εργασίας ως καύσιμο για άλλες διεργασίες καύσης εντός του

	άλλες διεργασίες καύσης εντός του εργοστασίου παραγωγής.	εργοστασίου παραγωγής.
Κατασκευή	Η χαλύβδινη κατασκευή είναι ένα σύστημα ξηράς δόμησης, το οποίο μειώνει περιβαλλοντικές επιπτώσεις μέσω της έλλειψης θορύβου και εκπομπών ουσιών. Πολλά υποπροϊόντα της χαλυβουργίας έχουν γίνει πρώτες ύλες για άλλες βιομηχανίες: π.χ. η σκωρία χρησιμοποιείται ευρέως στην μηχανική, και γεωργικές εφαρμογές.	Ο υψηλός βαθμός προκατασκευής της επιτρέπει την ταχύτερη, ασφαλή, αξιόπιστη και εκτός εργοταξίου βιομηχανική κατασκευή, καθώς και την ελαχιστοποίηση και επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων. Η κατασκευή από αλουμίνιο είναι ένα σύστημα ξηράς δόμησης, το οποίο μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις μέσω της έλλειψης θορύβου και εκπομπής ουσιών. Πολλά υποπροϊόντα της παραγωγής αλουμινίου έχουν γίνει πρώτες ύλες για άλλες βιομηχανίες: π.χ. η σκωρία χρησιμοποιείται ευρέως στην πολιτική μηχανική και γεωργικές εφαρμογές.
Λειτουργία/Συντήρηση	Ο χάλυβας συντηρείται εύκολα και, εάν έχει προστατευθεί σωστά από κινδύνους όπως η διάβρωση, είναι εξαιρετικά ανθεκτικός και σταθερός και παρέχει σταθερή απόδοση. Επιπλέον, οι ιδιότητές του επιτρέπουν στους σχεδιαστές να κατασκευάζουν ευέλικτους και προσαρμόσιμους χώρους που μπορούν να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.	Το αλουμίνιο είναι ένα από τα λίγα μέταλλα που μπορούν να διατηρηθούν χωρίς ειδικά φινιρίσματα. Είναι φυσικά οξειδωμένο όταν εκτίθεται στον αέρα, σχηματίζοντας μια μεμβράνη που το προστατεύει έτσι ώστε το η συντήρησή του είναι πολύ χαμηλή (μόνο τακτικός καθαρισμός). Είναι ανθεκτικό στη διάβρωση, μη μαγνητικό και μη τοξικό, ανακλαστικό, αδιάβροχο και άοσμο, μη εύφλεκτο και πολύ όλκιμο. Σε περίπτωση πυρκαγιάς, δεν εκλύει εύφλεκτα αέρια ή ατμούς.
Επαχρησιμοποίηση/ Ανακύκλωση	Τα στοιχεία που κατασκευάζονται από χάλυβα έχουν συνήθως απλή διαδικασία αποσυναρμολόγησης, επιτρέποντάς τους να είναι κατάλληλα για πιθανή επαναχρησιμοποίηση. Μεγάλο ποσοστό του που προέρχεται από κατεδαφίσεις μπορεί να ανακυκλωθεί. Ο ίδιος ο χάλυβας μπορεί να ανακυκλωθεί για την κατασκευή νέων προϊόντων.	Το αλουμίνιο είναι 100% ανακυκλώσιμο χωρίς να χάνει τις ιδιότητές του, οδηγώντας σε εξοικονόμηση ενέργειας και ορυκτών και σε μείωση των εκπομπών αερίων.

3.4.9 Σχεδιασμός με χάλυβα

Ο χάλυβας είναι ένα ισχυρό μέταλλο που αποτελεί μείγμα σιδήρου και άνθρακα, το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή εξαρτημάτων που χρειάζονται ισχυρή δομή, ιδίως σε οχήματα και κτίρια.



Εικόνα 3.28: Jack in the Box, από Isamo Noguchi

Πλεονεκτήματα της χρήσης χάλυβα

Ανακυκλώσιμος: Αν και ο χάλυβας παράγεται από σίδηρο, ο οποίος είναι ένα από τα πιο άφθονα στοιχεία στη γη, ο χάλυβας είναι το υλικό που ανακυκλώνεται περισσότερο στον κόσμο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι είναι ιδιαίτερα ανακυκλώσιμος, εύπλαστος και διαχωρίζεται εύκολα από άλλα υλικά.

Μηχανικές ιδιότητες: Ο χάλυβας απαιτεί πολύ λιγότερο υλικό από άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται για τις κατασκευές, όπως το σκυρόδεμα, γεγονός που διευκολύνει τη μεταφορά και την εγκατάσταση. Επίσης, ο λόγος αντοχής προς βάρος επιτρέπει στους σχεδιαστές να κατασκευάζουν χώρους με μεγάλα ανοίγματα που είναι ευέλικτοι και προσαρμόσιμοι καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

Βιομηχανική παραγωγή: Πολλά από τα χαλύβδινα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές παράγονται συνήθως εκτός εργοταξίου, με αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση των πόρων και την ελαχιστοποίηση της παραγωγής αποβλήτων, καθώς και του θορύβου και της εκπομπής ουσιών κατά τη διαδικασία κατασκευής. Έτσι, τα χαλύβδινα στοιχεία μπορούν να σχεδιαστούν εξαρχής ώστε να αποσυναρμολογούνται εύκολα και να επαναχρησιμοποιούνται σε άλλα κτίρια. Για να γίνει αυτή η διαδικασία πιο βιώσιμη, τα εργοστάσια πρέπει να συνεχίσουν να εργάζονται για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας, τον καθαρισμό και την επαναχρησιμοποίηση του νερού που χρησιμοποιείται στη διαδικασία κατασκευής, τη μείωση των εκπομπών CO₂ και τη διασπορά της σκόνης.

Εργασίες σχεδιασμού

Δομή: Το δομικό σύστημα diagrid είναι μια "σειρά τριγώνων που συνδυάζουν τη βαρύτητα και την πλευρική στήριξη". Το σύστημα αυτό βελτιστοποιεί τη δομή επειδή επιτρέπει σημαντική

μείωση της απαιτούμενης ποσότητας χάλυβα σε σύγκριση με άλλες δομικές διατάξεις. Οι δομές diagrid επιτρέπουν το σχεδιασμό δαπέδων με ελεύθερους πυλώνες, οι οποίοι, σε συνδυασμό με γυάλινες προσόψεις, επιτρέπουν την αύξηση της ποσότητας φυσικού φωτός στο κτίριο, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό με επακόλουθη εξοικονόμηση ενέργειας. Οι τεχνικές κατασκευής είναι απλές και συστηματοποιημένες, μειώνοντας το χρόνο κατασκευής σε σύγκριση με άλλα συστήματα.

Κάθετο σύστημα σκίασης

Τα διάτρητα μεταλλικά συστήματα πρόσοψης που τοποθετούνται εξωτερικά μπορούν να ρυθμίζουν την πρόσπτωση του ήλιου στο κτίριο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Συνεπώς, είναι απαραίτητο να ελέγχονται διάφοροι παράγοντες:

- Ο βαθμός διάτρησης των πάνελ, ο οποίος επιτρέπει μεγαλύτερη ή μικρότερη διείσδυση του ηλιακού φωτός.
- Η κινητικότητα, η οποία προσφέρει τη δυνατότητα ρύθμισης αυτής της προστασίας σε διαφορετικές εποχές του έτους.
- Διαφοροποίηση κάθε μιας από τις προσόψεις ανάλογα με τον προσανατολισμό τους. Όσο πιο αδιαφανές είναι το πάνελ, τόσο περισσότερος ηλιακός έλεγχος και λιγότερη οπτική σύνδεση με τον εξωτερικό χώρο.

Παράδειγμα σχεδιασμού με χάλυβα

Ομοσπονδιακό κτίριο του Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια, ΗΠΑ, 2010.

Το Ομοσπονδιακό Κτίριο έχει δεσμευτεί για τη βιωσιμότητα σε διάφορες πτυχές: αποδοτική χρήση των φυσικών πηγών ενέργειας - σχεδιασμός για τη βελτίωση της υγείας, της παραγωγικότητας και της δημιουργικότητας των χρηστών - και δημιουργία ενός αστικού ορόσημου που εμπλέκεται με την κοινότητα. Το έργο παρέχει μια μεγάλη, ανοιχτή πλατεία σε μια περιοχή που δεν διαθέτει επαρκή δημόσιο χώρο. Το κατώτερο τμήμα του πύργου στεγάζει δημόσιες χρήσεις για να αυξηθεί η διαπερατή χρήση γύρω από τον πύργο και να ζωντανέψει η πλατεία με ένα σταθερό ρεύμα επισκεπτών: μεταξύ άλλων διαθέτει καφέ, συνεδριακό κέντρο, γυμναστήριο και κέντρο ημερήσιας φροντίδας.

Το Federal Building είναι ο πρώτος πύργος γραφείων στις Ηνωμένες Πολιτείες που παραιτήθηκε από τον κλιματισμό υπέρ του φυσικού αερισμού. Ο σχεδιασμός του πύργου προάγει την άνεση και την ενεργειακή απόδοση. Το στενό προφίλ του και η στρατηγική ενσωμάτωση των δομικών, μηχανολογικών και ηλεκτρικών συστημάτων παρέχουν φυσικό αερισμό στο 70% του χώρου εργασίας αντί για κλιματισμό και παρέχουν φυσικό φως και λειτουργικά παράθυρα στο 90% των θέσεων εργασίας. Ένα πτυσσόμενο, διάτρητο μεταλλικό ηλιοπροστατευτικό κάλυμμα σκιάζει το υαλοπέτασμα πλήρους ύψους, του οποίου τα πάνελ ελέγχονται από υπολογιστή για να προσαρμόζονται στις ημερήσιες και εποχιακές διακυμάνσεις του κλίματος.



Εικόνα 3.29: Γενική άποψη του κτιρίου, φωτογραφία © Nic Lehoux.



Εικόνα 3.30: Κοντινή όψη της χαλύβδινης πρόσοψης, φωτογραφία © Nic Lehoux.

3.4.10 Σχεδιασμός με αλουμίνιο

Το αλουμίνιο είναι ένα ελαφρά εύπλαστο όλκιμο αργυρόλευκο μεταλλικό στοιχείο που αντιστέκεται στη διάβρωση.

Πλεονεκτήματα της χρήσης αλουμινίου

Ανακυκλώσιμο: Το αλουμίνιο είναι 100% ανακυκλώσιμο χωρίς απώλεια των ιδιοτήτων, γεγονός που εξοικονομεί ενέργεια και μειώνει τους ορυκτούς πόρους.

Αντοχή και ελαφρότητα: Το αλουμίνιο είναι μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση του χάλυβα για ορισμένες χρήσεις. Είναι ένα ανθεκτικό υλικό, το οποίο έχει καλύτερη αναλογία αντοχής προς βάρος από τα περισσότερα μέταλλα. Το ελαφρύ του βάρος του ελαχιστοποιεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μεταφοράς και είναι επίσης πολύ εύκαμπτο, επιτρέποντας την κατασκευή σχεδόν οποιοδήποτε προφίλ σχεδιαστεί με αλουμίνιο για τη δημιουργία ενός δομικού συστήματος.

Ανθεκτικό: Είναι ανθεκτικό στη διάβρωση και δεν υποβαθμίζεται από την υγρασία, τη συμπύκνωση υλικών, τη σκουριά ή την αλατότητα, πράγμα που σημαίνει ότι οι κατασκευές που κατασκευάζονται με αυτό έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής σε σχεδόν οποιοδήποτε κλίμα.

Εργασίες σχεδιασμού

Στέγες

Το αλουμίνιο χρησιμοποιείται συνήθως ως:

- ως υποστύλωμα για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παροχή της σωστής γωνίας των πάνελ για βέλτιστη έκθεση σε ηλιακού φωτός,
- ως υποκατασκευή σε πράσινες στέγες, ιδίως στις περιπτώσεις στις οποίες τοποθετούνται σε υφιστάμενα κτίρια, και είναι σημαντικό να ελαχιστοποιηθεί το πρόσθετο βάρος που φορτώνεται στην κύρια δομή,
- το αλουμίνιο είναι πυράντοχο, οπότε οι βιομηχανικές στέγες κατασκευάζονται συχνά με πάνελ αλουμινίου που θα επέτρεπαν, σε περίπτωση πυρκαγιάς, την κατάλληλη εκκένωση, μειώνοντας τις ζημιές στο ελάχιστο. Επίσης, η ανθεκτικότητα του αλουμινίου ελαχιστοποιεί τη συντήρηση.

Δομικά στοιχεία

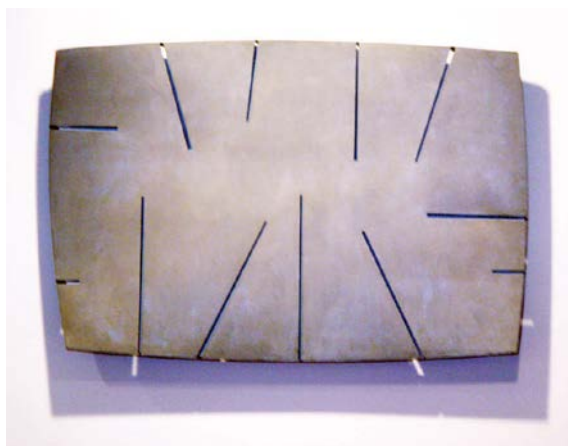
Οι πυράντοχες ιδιότητές του, η ολκιμότητά του και η υψηλή αντοχή σε σχέση με το βάρος του καθιστούν το υλικό αυτό κατάλληλο για τον σχεδιασμό δομικών στοιχείων.

Πλαίσια παραθύρων

Η υψηλή φέρουσα ικανότητα του αλουμινίου επιτρέπει στους σχεδιαστές να μεγιστοποιήσουν τις επιφάνειες υαλοπινάκων με ελάχιστη δομή στα παράθυρα, βελτιστοποιώντας την είσοδο του φυσικού φωτός στην επιφάνεια του κτιρίου. Επιπλέον, μπορεί να υποστηρίξει βαρύ γυαλί ασφαλείας, επιτρέποντας τον εύκολο χειρισμό λόγω της ελαφρότητάς του.

Προσόψεις

Το αλουμίνιο είναι ένα ισχυρό, ανθεκτικό και ελαφρύ υλικό, το οποίο το καθιστά ιδανικό για την παραγωγή προφίλ για παράθυρα και προσόψεις - κρίσιμοι παράγοντες στα συστήματα κουρτινών.



Εικόνα 3.31: "Cloud" του Isamo Noguchi

Παράδειγμα σχεδιασμού με Αλουμίνιο

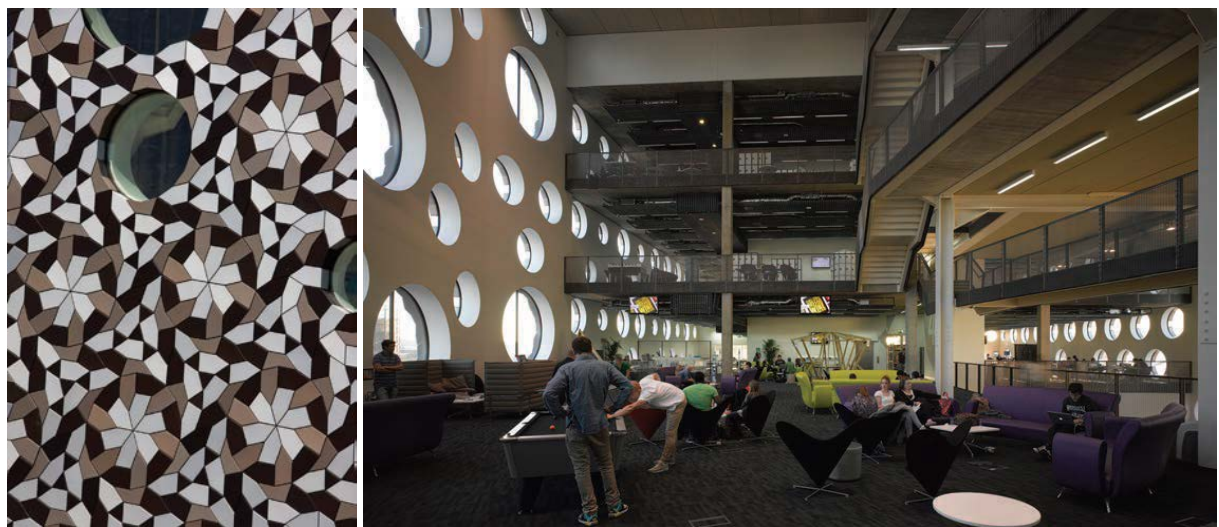
Ravensbourne Κολέγιο του Λονδίνου, 2010, Αρχιτέκτονες του Foreign Office.

Αυτό το κολέγιο αποτελεί προορισμό για τους δημιουργικούς επαγγελματίες και για τους σπουδαστές των ψηφιακών μέσων και του σχεδιασμού. Το κτίριο σχεδιάστηκε σύμφωνα με μια πράσινη ατζέντα, στο πλαίσιο της στρατηγικής του Ravensbourne για την ελαχιστοποίηση του αποτυπώματος άνθρακα, και πιστοποιήθηκε με το πιστοποιητικό περιβαλλοντικής αριστείας BREEAM. Τα κύρια περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του είναι ένας συμπαγής όγκος με πολύ χαμηλή αναλογία επιφάνειας πρόσοψης προς εσωτερική επιφάνεια, υψηλή ευελιξία και χαμηλή συντήρηση, φυσικός δροσισμός μέσω του φαινομένου της στοίβας που παρέχουν οι δύο αίθριοι ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

και το βαθύ ανοιχτό σχέδιο, ένα σύστημα ψυχρής δέσμης που θερμαίνει και ψύχει αποτελεσματικά το κτίριο διαχέοντας την ενέργεια μέσω της πλάκας δαπέδου, άπλετο φως ημέρας, πράσινη οροφή, φιλικά προς το περιβάλλον υλικά κατασκευής και χρήση καθαρής ενέργειας από ηλιακό ζεστό νερό και λέβητα βιομάζας. Το κέλυφος του κτιρίου έχει σχεδιαστεί ως επένδυση από αλουμίνιο με βροχοσκεπή επένδυση, η οποία είναι ψηφιδωτή χρησιμοποιώντας 28.000 ανοδιωμένα πλακίδια αλουμινίου που συνδυάζουν τρία ειδικά διαμορφωμένα σχήματα και χρώματα ακολουθώντας ένα μη περιοδικό μοτίβο. Το αλουμινένιο στεγανό είναι διάτρητο από σειρές παραθύρων σε διάφορα μεγέθη και σχήματα, προκειμένου να παρέχει το φως της ημέρας και θέα στον εξωτερικό χώρο.



Εικόνα 3.32: Εξωτερική άποψη της πρόσοψης από αλουμίνιο, φωτογραφία του Farshid Moussavi Architecture © Benedict Luxmoore



Εικόνα 3.33: Εσωτερική και εξωτερική όψη της πρόσοψης από αλουμίνιο, φωτογραφία του Farshid Moussavi © Benedict Luxmoore.

3.4.11 Σχεδιασμός με πέτρινα υλικά

Η πέτρα, το σκυρόδεμα και τα κεραμικά υλικά αποτελούν θεμελιώδες μέρος των παραδοσιακών και σύγχρονων τεχνικών δόμησης στην αρχιτεκτονική. Το πιο αδύναμο σημείο τους, σε σχέση με βιωσιμότητα, είναι οι επιπτώσεις της εξόρυξης των πρώτων υλών που προκαλούνται από τον μετασχηματισμό του εδάφους και τις αλλαγές που αυτό επιφέρει στα τοπία και τα οικοσυστήματα. Συνιστάται γενικά η χρήση τοπικών υλικών, δεδομένου ότι, λόγω των μεγάλου βάρους τους, η μεταφορά συνεπάγεται υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, η χρήση τους παρουσιάζει σαφή ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

πλεονεκτήματα, που σχετίζονται κυρίως με την αντοχή και την ανθεκτικότητά τους, η οποία παρέχει μεγάλη διάρκεια ζωής και πολύ χαμηλές απαιτήσεις συντήρησης. Η αντοχή τους συνδέεται επίσης με μεγάλη θερμική μάζα, επιτρέποντας την εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό και τη θέρμανση σε κτίρια που κατασκευάζονται με αυτά τα υλικά. Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα πέτρινα υλικά προσφέρουν διαφορετικές δυνατότητες ανακύκλωσης στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους.

Οικολογικές πιστοποιήσεις

Δεν υπάρχουν ακόμη παγκόσμιοι οργανισμοί που να παρέχουν συστήματα πιστοποίησης ειδικά για την πέτρα ή τα κεραμικά, οπότε οι περισσότεροι κατασκευαστές πέτρας προσπαθούν να πληρούν διεθνή πρότυπα, όπως το ISO 14001, ένα διεθνές σύστημα ποιότητας για την περιβαλλοντική διαχείριση που βοηθά τις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται τις περιβαλλοντικές τους ευθύνες και να συμμορφώνονται με νόμους, οδηγίες και κανονισμούς. Το πρότυπο πλαίσιο BES 6001 για την υπεύθυνη προμήθεια είναι ένα σύστημα πιστοποίησης που επιτρέπει στους κατασκευαστές να αξιολογούν και να πιστοποιούν την υπεύθυνη προμήθεια ενός ευρέος φάσματος υλικών, συμπεριλαμβανομένης της πέτρας, του σκυροδέματος και των κεραμικών, και να επικυρωθεί από το BREEAM.

Ορισμένες χώρες έχουν αναπτύξει τους δικούς τους ειδικούς οργανισμούς: στις Ηνωμένες Πολιτείες, το Natural Stone Council, ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός, καθιέρωσε το πρότυπο πιστοποίησης βιώσιμης πέτρας (ANSI/NSC 373) το 2014 για να βοηθήσει τα έργα να επιτύχουν τους στόχους βιωσιμότητας, όπως αυτοί περιγράφονται από το LEED του Συμβουλίου Πράσινων Κτιρίων των ΗΠΑ και το Living Building Challenge (LBC) της Διεθνούς Πρωτοβουλίας για το Ζωντανό Μέλλον (Living Future Initiative). Δεσμεύονται να υποστηρίξουν τις βιώσιμες πρωτοβουλίες και την καινοτομία σε όλα τα επίπεδα της παραγωγής προϊόντων φυσικής πέτρας και να συμβάλλουν στην υπεύθυνη δόμηση με την προμήθεια υλικών που έχουν εξορυχθεί και επεξεργαστεί με περιβαλλοντικά συνειδητό τρόπο. Διερευνούν επίσης τις επιπτώσεις της εφαρμογής της φυσικής πέτρας κατά τη φάση της χρήσης και πέραν αυτής, ιδίως όσον αφορά την ανθεκτικότητα, τα τελειώματα, τη διάσωση και την επαναχρησιμοποίηση.

Η Cerámica Sostenible και Cerámica Sustentável υπολογίζει στη συμμετοχή 19 ιδρυμάτων από 11 χώρες, συμπεριλαμβανομένων πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων, βιομηχανιών και επιχειρηματικών ενώσεων. Ο γενικός στόχος αυτού του δικτύου είναι η προώθηση της μεταφοράς γνώσεων στον βιομηχανικό τομέα της αρχιτεκτονικής κεραμικής, προκειμένου να αναπτυχθούν μεθοδολογίες για τη δημιουργία λύσεων προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης της μελλοντικής λειτουργίας του τομέα.

Το Concrete Sustainability Council είναι ένας οργανισμός που δημιουργήθηκε από εταίρους της βιομηχανίας σκυροδέματος από την Ευρώπη, τις Ηνωμένες Πολιτείες, τη Λατινική Αμερική και την Ασία, ο οποίος ξεκίνησε την ανάπτυξη ενός παγκόσμιου συστήματος πιστοποίησης υπεύθυνης προμήθειας με σκοπό την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων μέσω της υπεύθυνης προμήθειας σκυροδέματος, τσιμέντου και αδρανών υλικών και τη δράση με περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά υπεύθυνο τρόπο. Στόχος του προτύπου είναι να αναγνωριστεί από τα (παγκόσμια) συστήματα πιστοποίησης βιώσιμης προμήθειας και να εκτιμηθεί οικονομικά στις πράσινες κυβερνητικές πολιτικές προμηθειών. Το σύστημα πιστοποίησης CSC για το σκυρόδεμα μπορεί να εφαρμοστεί σε παγκόσμιο επίπεδο και προσφέρει το πιστοποιητικό CSC για τα προϊόντα και το πιστοποιητικό προμηθευτή CSC για τους προμηθευτές.

3.4.12 Σχεδιασμός με πέτρα

Η πέτρα είναι ένα κομμάτι βράχου (μη μεταλλικό ορυκτό) που εξορύσσεται και επεξεργάζεται σε συγκεκριμένο μέγεθος και σχήμα για συγκεκριμένο σκοπό.

Πλεονεκτήματα της χρήσης πέτρας

Ανθεκτική: Η φυσική πέτρα είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό προϊόν. Η αντοχή της στα ατμοσφαιρικά στοιχεία και οι αισθητικές της αξίες την καθιστούν το υλικό με τη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Επαναχρησιμοποίησιμο: Κατά τη διάρκεια της ιστορίας, τα στοιχεία της πέτρας έχουν επαναχρησιμοποιηθεί σε διάφορα κτίρια. Η πρακτική αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε πλακόστρωτα πεζοδρόμια, σε παραδοσιακή τοιχοποιία ή στην ανάκτηση υλικών για αποκατάσταση/ ανακαίνιση.

Φιλικό προς το περιβάλλον: Η διαδικασία κατασκευής της φυσικής πέτρας δεν συνεπάγεται την παραγωγή τοξικών αποβλήτων και εκπομπών που επηρεάζουν την ατμόσφαιρα. Το μόνο απόβλητο που παράγεται σχηματίζεται από την ίδια την πέτρα και συχνά γίνεται υποπροϊόν για βιομηχανικές εφαρμογές ασβέστη, τσιμέντου, χαρτιού και άλλων υλικών. Επιπλέον, δεν απαιτεί χημικές επεξεργασίες σε καμία στιγμή του κύκλου ζωής της.

Αποτελεσματική: Η φυσική πέτρα είναι ένα ενεργειακά αποδοτικό υλικό, καθώς μειώνει την ενεργειακή ζήτηση του κτιρίου χάρη στις φυσικές ιδιότητες της θερμικής αγωγιμότητάς του, της διαπερατότητας και θερμικής μάζας. Αυτές οι ιδιότητες της επιτρέπουν να μονώνει οποιαδήποτε κατασκευή, βελτιώνοντας την άνεση και τη βιωσιμότητα των κτιρίων.

Εργασίες σχεδιασμού

Αεριζόμενες προσόψεις

- Εξοικονόμηση ενέργειας: Μειώνει τις απώλειες θερμότητας και την απορρόφηση θερμότητας κατά τους θερμότερους μήνες, μειώνοντας έτσι τα ενεργειακά φορτία για θέρμανση και ψύξη. Προσφέρει τη δυνατότητα να συμπεριληφθούν παχιές μονωτικές πλάκες στην κοιλότητα του αέρα, παρέχοντας ένα ιδιαίτερα αποδοτικό θερμικό περίβλημα που μπορεί να ελαχιστοποιήσει τις απώλειες θερμότητας και να μειώσει τη ζήτηση θερμότητας στο κτίριο.
- Τεχνική και αισθητική ανθεκτικότητα: Προστατεύει από τη διάβρωση ή τη φθορά λόγω ρύπανσης. Η συντήρηση είναι κυρίως εύκολος καθαρισμός με σαπούνι και νερό.
- Προστασία από την υγρασία: Το πέτρινο στρώμα προστατεύει τους τοίχους και τα δάπεδα που βλέπουν προς την είσοδο από το νερό της βροχής και τον παγετό.
- Υγιεινότερο περιβάλλον: Αυξάνει την άνεση του χρήστη και μπορεί να ολοκληρωθεί χωρίς τη χρήση τοξικών ουσιών.

Εξωτερικό οδόστρωμα

Η υψηλή αντοχή σε θλίψη της φυσικής πέτρας, ιδίως του γρανίτη ή του χαλαζίτη, την καθιστά ένα εξαιρετικά σταθερό και συνεκτικό προϊόν. Η αντοχή σε κάμψη και η τριβή είναι άλλες ιδιότητες για οδοστρώματα υπό έντονη κυκλοφορία οχημάτων ή πεζών.

Σε σύγκριση με άλλα προϊόντα, όπως τα κεραμικά πλακίδια δαπέδου, η φυσική πέτρα δεν απαιτεί υψηλή κατανάλωση ενέργειας για την αφαίρεση. Ως φυσικό υλικό με μικρή επεξεργασία, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και επιτρέπει εύκολη αφαίρεση. Επιπλέον, είναι το μόνο οικοδομικό υλικό που εγκαθίσταται καθώς προέρχεται από τη φύση, απόλυτα οικολογικό και βιώσιμο.

Παράδειγμα σχεδιασμού με πέτρα

Μητροπολιτικό Πάρκο Νότια Πρόσβαση - Σαντιάγο, Χιλή, 2005, Polidura Talhouk Arquitectos.

Το έργο αυτό εντάσσεται στο πρόγραμμα Green Plan του Υπουργείου Στέγασης και Αστικής Ανάπτυξης της Χιλή και στο Μητροπολιτικό Πάρκο του Σαντιάγο, το οποίο προβλέπεται να αυξήσει τον όγκο των χώρων πρασίνου στο νότιο τμήμα της πόλης, ο οποίος είναι πολύ χαμηλός σε σύγκριση με τα διεθνή πρότυπα. Με αυτόν τον τρόπο τα ερείπια του Pucará της Chena (θρησκευτικές στρατιωτικές κατασκευές της αυτοκρατορίας των Ίνκας που βρίσκονται στις πλαγιές του λόφου) αναδείχθηκαν ως στοιχείο που έπρεπε να διασωθεί ως εικόνα του μελλοντικού πάρκου. Οι αρχιτέκτονες επικεντρώθηκαν στην υλική κατάσταση της Pucará, χρησιμοποιώντας την πέτρα ως κύριο οικοδομικό υλικό. Η πρόθεση ήταν να χρησιμοποιηθεί η πέτρα όχι όπως στους συνηθισμένους ογκώδεις, αδιαφανείς τοίχους από τοιχοποιία, όπως στην υπάρχουσα Pucará, αλλά ως λεπτά ημιδιαφανή παραβάν, πάχους 10 cm, που επιτρέπουν στο φως να εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου. Για να επιτευχθεί αυτό, το κέλυφος του κτιρίου χρησιμοποιεί ένα χαλύβδινο πλαίσιο ως δοχείο για πέτρινους ογκόλιθους, χρησιμοποιώντας δύο αρθρωτά τμήματα: 1 m × 3 m και 0,5 m × 3 m. Η χρήση της πέτρας επιδιώκει επίσης να ενσωματώσει το φυσικό πέρασμα του χρόνου σε αυτούς τους τοίχους, οι οποίοι με την πάροδο του χρόνου θα εμφανίζουν διαφορετικές πατίνες καθώς τα βρύα, τα αναρριχώμενα φυτά και τα οξείδια εμφανίζονται μεταξύ των λίθων. Έτσι, ο χρόνος χρησιμοποιείται ως στρατηγική για την ενσωμάτωση του κτιρίου στο τοπίο.



Εικόνα 3.34: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία του Polidura Talhouk Architects © Marcos Mendizabal

3.4.13 Σχεδιασμός με βιολογικό σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα είναι ένα οικοδομικό υλικό που παρασκευάζεται από ένα μείγμα θραυσμένης πέτρας ή χαλικιού, άμμου, τσιμέντου και νερού, το οποίο μπορεί να απλωθεί ή να χυθεί σε καλούπια και το οποίο σχηματίζει μια μάζα που μοιάζει με πέτρα κατά τη σκλήρυνσή του.

Πλεονεκτήματα της χρήσης σκυροδέματος

Κατασκευάζεται από φυσικούς πόρους: Το σκυρόδεμα είναι σχεδόν ανεξάντλητο, καθώς χρησιμοποιεί ασβεστόλιθο και άργιλο για την παραγωγή τσιμέντου και αδρανή υλικά και νερό για την παρασκευή σκυροδέματος. Το χρησιμοποιημένο νερό μπορεί να ανακυκλωθεί και να χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό του ζυμωτήρα, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση πόσιμου ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

νερού. Η εκμετάλλευση των φυσικών πόρων (χώροι λατομείου) μπορεί να αποκατασταθεί στο τέλος της λειτουργίας και να επανενταχθεί στο τοπίο.

Αντοχή και ανθεκτικότητα: Πρόκειται για ένα πολύ ανθεκτικό υλικό που επιτρέπει την κατασκευή έργων με ηλικία άνω των 100 ετών. Το σκυρόδεμα δεν γερνάει από την έκθεση στο ηλιακό φως. Είναι άκαυστο και όταν υποβάλλεται σε φωτιά, δεν απελευθερώνει τοξικές ή επιβλαβείς ουσίες για τους ανθρώπους ή το περιβάλλον.

Ανακυκλώσιμο: Είναι ανακυκλώσιμο, εξοικονομώντας έτσι φυσικά αδρανή υλικά.

Θερμικές και ακουστικές ιδιότητες: Το σκυρόδεμα παρέχει θερμική μάζα στα κτίρια, πράγμα που σημαίνει θερμική συγκράτηση σε κλίματα με μεγάλη διαφορά στις ημερήσιες θερμοκρασίες μεταξύ ημέρας και νύχτας. Αυτό μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια για θέρμανση και ψύξη, η οποία αντισταθμίζει περισσότερο τις εκπομπές CO₂ που απαιτούνται για την κατασκευή του. Παρέχει επίσης μια καλή ικανότητα ηχομόνωσης, η οποία συμβάλλει στην άνετη κατοικησιμότητα των κτιρίων.

Εκπομπές CO₂: Με ορισμένες επιστρώσεις ή συνθέσεις, το σκυρόδεμα μπορεί να λειτουργήσει ως όχημα απομάκρυνσης του διοξειδίου του άνθρακα, δεσμεύοντας το CO₂ όταν έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα. Το σκυρόδεμα συμβάλλει στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, δεδομένης της μείωσης των εκπομπών CO₂ λόγω των θερμικών επιδόσεών του και της μειωμένης ανάγκης για συντήρηση.

Εργασίες σχεδιασμού

Προσόψεις: βιολογικό σκυρόδεμα

Η Ομάδα Τεχνολογίας Δομών του Πολυτεχνείου της Καταλονίας έχει αναπτύξει έναν τύπο βιολογικού σκυροδέματος, με την ικανότητα να αναπτύσσει λειχήνες, βρύα και άλλους μικροοργανισμούς με φυσικό και γρήγορο τρόπο. Το υλικό, το οποίο έχει σχεδιαστεί για προσόψεις ή άλλες κατασκευές σε μεσογειακά κλίματα, προσφέρει περιβαλλοντικά, θερμικά και διακοσμητικά πλεονεκτήματα. Από περιβαλλοντική άποψη, μπορεί να απορροφήσει CO₂ από την ατμόσφαιρα χάρη σε αυτή τη βιολογική επίστρωση. Είναι επίσης σε θέση να δεσμεύει την ηλιακή ακτινοβολία, γεγονός που επιτρέπει τη ρύθμιση της θερμικής αγωγιμότητας στο εσωτερικό των κτιρίων ανάλογα με την επιτυγχανόμενη θερμοκρασία.

Απορρύπανση των πεζοδρομίων

Αυτό το τσιμεντένιο οδόστρωμα, κατασκευασμένο από ανακυκλωμένα υλικά, μειώνει τις εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων. Διαθέτει έναν καταλύτη στην επιφάνειά του, ο οποίος ενεργοποιείται από το φως (φυσικό ή τεχνητό), μετατρέποντας τις ρυπογόνες ουσίες σε αβλαβείς ουσίες μέσω μιας διαδικασίας γνωστής ως φωτοκατάλυση, μια φυσική διαδικασία οξειδωσης παρόμοια με τη φωτοσύνθεση σε φυτά. Μια πλακόστρωτη περιοχή με αυτά τα πλακίδια πέτυχε 56% μείωση σε οξείδιο του αζώτου.

Παράδειγμα σχεδιασμού με βιολογικό σκυρόδεμα

Κέντρο και Σπίτι Επισκεπτών Τσιμέντου Hanil Chungcheongbuk-do, Νότια Κορέα, 2007, Bcho Architects.

Το έργο αυτό κατασκευάστηκε ρητά με σκοπό να δείξει στους επισκέπτες τις δυνατότητες ανακύκλωσης του σκυροδέματος. Είναι πολύ σημαντική η ανακύκλωση του σκυροδέματος στην Κορέα, δεδομένου ότι αποτελεί ένα από τα κύρια δομικά υλικά. Το ίδιο το κτίριο σχεδιάστηκε για να εκπαιδεύσει τους επισκέπτες σχετικά με τον τρόπο επαναχρησιμοποίησης αυτού του υλικού σε διάφορους τύπους κατασκευών, χύτευσης καθώς και ανακατασκευής τύπων ξυλοτύπων. Στο πλαίσιο αυτής της βιώσιμης στρατηγικής:

- το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή ημιδιαφανών και αδιαφανών πλακιδίων.

- πρώτα κατασκευάστηκαν οι κύριες τσιμεντένιες προσόψεις του κτιρίου και το σκυρόδεμα που περίσσευε ανακυκλώθηκε στους κλωβούς gabion, στην οροφή ως θερμομόνωση από τον ήλιο και ως υλικό τοπίου στο δρόμο και γύρω από το εργοστάσιο.



Εικόνα 3.35: Γενική όψη, φωτογραφία της BCHO Architects © Wooseop Hwang

3.4.14 Σχεδιασμός με κεραμικά υλικά

Τα κεραμικά (πήλινα υλικά ή ψημένοι άργιλοι) είναι ουσιαστικά ένα μείγμα ενυδατωμένων αργίλων (που αποτελούνται από πυριτικά άλατα και αλουμίνα), υλικού ροής (π.χ. άστριο) και αδρανούς υλικού πλήρωσης (π.χ. χαλαζία) που σκληραίνεται με θερμότητα. Τα κεραμικά προϊόντα διαμορφώνονται και ψήνονται σε κλιβάνους σε υψηλές θερμοκρασίες για σκληρότητα και τελικές επεξεργασίες. Οι ιδιότητες και οι επιδόσεις των κεραμικών υλικών εξαρτώνται από τη σύνθεσή τους, συμπεριλαμβανομένου του τύπου του πηλού που χρησιμοποιείται: από τους πολλούς διαφορετικούς τύπους πήλινων σωμάτων, οι βασικοί είναι η πορσελάνη και τα πήλινα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης κεραμικών

Ανθεκτικότητα: Τα κεραμικά είναι αδρανή και δεν επηρεάζονται από την έκθεση στο νερό, στη φωτιά, ακόμη και στην υπεριώδη ακτινοβολία (δεν χάνουν το χρώμα ή την αντοχή τους). Η ιδιότητα αυτή, σε συνδυασμό με την αντοχή και την ανθεκτικότητά τους, εγγυάται την αμεταβλητότητά τους με την πάροδο του χρόνου. Ο κύκλος ζωής τους είναι μεγαλύτερος από άλλες επιφάνειες και υλικά για κτίρια. Παρουσιάζουν εξαιρετική αντοχή στη φθορά και έναντι τριβής.

Θερμική άνεση: Τα κεραμικά προσφέρουν καλή θερμική μάζα και έχουν ιδιότητες ψύξης με εξάτμιση, εάν τα υλικά δεν είναι υαλοποιημένα (πορώδη).

Χαμηλή συντήρηση: Οι κεραμικές επιφάνειες απαιτούν ελάχιστη συντήρηση, όσον αφορά συντήρησης και καθαρισμού, οπότε έχουν χαμηλό κόστος και οικολογικό αντίκτυπο.

Υγιεινή: Το υλικό δεν μεταδίδει οσμές ή βακτήρια. Δεν είναι ούτε πηγή ρύπων, οπότε συμβάλλει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα των εσωτερικών χώρων. Η ίδια αυτή ιδιότητα το καθιστά ιδανικό υλικό για μεταγενέστερη χρήση ή ανακύκλωση.

Τεχνολογική ανάπτυξη:

- Η μείωση του πάχους των κεραμικών πλακιδίων επέτρεψε μείωση κατά 50% της κατανάλωσης πρώτων υλών, ενέργειας κατανάλωσης κατά την παραγωγή τους, και συνεπώς χαμηλότερες εκπομπές CO₂ και τη δημιουργία αποβλήτων σε περίπτωση καταστροφής.

- Τα κεραμικά πλακίδια εφαρμόζονται χωρίς τη χρήση τσιμέντου ή άλλων συγκολλητικών υλικών. Ως εκ τούτου, η τοποθέτησή τους δεν δημιουργεί απόβλητα ή συντρίμια και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν και πάλι.

- Η κεραμική επιφάνεια, εάν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία, μπορεί να απορροφήσει CO₂, τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και το νιτρικό οξύ (υπεύθυνο για την όξινη βροχή), από τον αέρα των πόλεών μας.

Εργασίες σχεδιασμού

Κεραμικό σύστημα ψύξης Ecooler

Το σύστημα αυτό αποτελείται από βασικά αρθρωτά πλακίδια που συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός συνδετικού κομματιού, σχηματίζοντας μια οθόνη. Το αρθρωτό κομμάτι είναι ένα τρισδιάστατο σωληνοειδές πλακίδιο που είναι κοίλο στο εσωτερικό του, ώστε να μπορεί να μεταφέρει νερό. Το νερό μπορεί έτσι να κυκλοφορεί μέσω της κεραμικής σήτας, ψύχοντας τον παρακείμενο αέρα. Το σύστημα είναι εμπνευσμένο από δύο παραδοσιακά στοιχεία:

- Το mashrabiya, χαρακτηριστικό των αραβικών κατοικιών, είναι μια σήτα με ανοιγόμενα παράθυρα που παρέχει σκιά και προστασία από τον καυτό καλοκαιρινό ήλιο, ενώ επιτρέποντας τη ροή του δροσερού αέρα από το δρόμο. Αυτή η δροσιστική ιδιότητα μπορεί να βελτιωθεί περαιτέρω με την τοποθέτηση κεραμικών δοχείων γεμάτων νερό στην περιοχή, επιτρέποντας τον αέρα να ψύχεται καθώς περνάει πάνω από τα δοχεία.

- Η κανάτα jara δροσίζει το νερό στα πήλινα δοχεία με τη διαρροή νερού και την εξάτμιση από την εξωτερική κεραμική αεριζόμενη πρόσοψη.

Η αεριζόμενη πρόσοψη

Είναι ένα κατασκευαστικό σύστημα στο οποίο δημιουργείται φυσικός διαχωρισμός μεταξύ του εξωτερικού στρώματος της πρόσοψης (επένδυση) και του εσωτερικού τοίχου του κτιρίου. Αυτός ο διαχωρισμός σχηματίζει μια ανοικτή κοιλότητα που επιτρέπει την ανταλλαγή του αέρα που περιέχεται μεταξύ του τοίχου και της εξωτερικής επένδυσης. Η κοιλότητα παρέχει μια σειρά θερμικών, ακουστικών και λειτουργικών πλεονεκτημάτων. Οι αρμοί μεταξύ των κεραμικών πλακιδίων αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό σχεδιασμού για την αποφυγή προβλημάτων θερμικής διαστολής, ώστε η επένδυση να διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτό το εξωτερικό κεραμικό στρώμα συμβάλλει επίσης στη θερμομόνωση και τη στεγανοποίηση, παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής της πρόσοψης, και συμβάλλει επίσης στη μείωση των απωλειών θερμότητας. Το φαινόμενο συναγωγής που δημιουργείται στην κοιλότητα ανανεώνει τον αέρα το καλοκαίρι, και ο αποθηκευμένος αέρας παρέχει μόνωση.

Παράδειγμα σχεδιασμού με κεραμικά υλικά

Σχολική Βιβλιοθήκη Gando Gando, Μπουρκίνα Φάσο, 2010, Αρχιτεκτονική Kéré

Στη Μπουρκίνα Φάσο, η Kéré Architecture συνεργάστηκε με την τοπική κοινότητα για τη δημιουργία μιας σχολικής βιβλιοθήκης που λειτουργεί ως φυσική σύνδεση μεταξύ του δημοτικού σχολείου και της νέας επέκτασής του. Το σχέδιο περιλαμβάνει δύο διακριτά μέρη, την κλειστή βιβλιοθήκη και μια περιοχή μελέτης που περιβάλλει αυτόν τον όγκο.

Η βιβλιοθήκη έχει ελλειπτικό σχήμα, το οποίο θυμίζει την παραδοσιακή λαϊκή κατοικία της περιοχής και παρέχει ένα περιβάλλον μάθησης βασισμένο στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας μεταξύ των γηραιότερων και των παιδιών. Αυτός ο όγκος χρησιμοποιεί τα ίδια υλικά με τα γύρω κτίρια. Οι προσόψεις κατασκευάστηκαν με συμπιεσμένους χωμάτινους όγκους από τοπικό πηλό. Η οροφή της βιβλιοθήκης έχει κυκλικά ανοίγματα που παρέχουν φυσικό φως και παθητικό αερισμό στο εσωτερικό. Οι οπές αυτές κατασκευάστηκαν με τη χρήση πήλινων αγγείων

τοπικής παραγωγής, παραδοσιακά χειροποίητα από τις γυναίκες του χωριού, τα οποία κόπηκαν και χυτεύτηκαν μέσα στο δομή της οροφής.

Πάνω από αυτό, μια προεξέχουσα στέγη από κυματοειδές σίδηρο προστατεύει το εσωτερικό και τη γύρω περιοχή μελέτης από το ηλιακό φως και τη βροχή. Αυτή η οροφή δημιουργεί μια στοίβα που παρέχει μια παθητική στρατηγική ψύξης. Η ζεστή μεταλλική επιφάνεια τραβάει πιο δροσερό αέρα μέσα από τα παράθυρα και έξω από τις οπές στην οροφή. Η μελέτη που περιβάλλει τη βιβλιοθήκη είναι ένας χώρος διαπερατός από τον αέρα και τη θέα, προστατευμένος από ένα παραπέτασμα από κίονες ευκάλυπτου που οριοθετεί την περιοχή και παρέχει εσοχές για να καθίσετε και να χαλαρώσετε στη σκιά. Η χρήση αυτού του ταχέως αναπτυσσόμενου, ανθεκτικού φυτού ως οικοδομικό υλικό είναι κατάλληλο σε μια χώρα όπως η Μπουρκίνα Φάσο, η οποία υποφέρει από την ερημοποίηση λόγω της αποψίλωσης των δασών.



Εικόνα 3.36: «Γενική άποψη» φωτογραφία © Kéré Architecture



Εικόνα 3.37: «Εσωτερική άποψη που δείχνει τα φωτεινά μοτίβα που παράγονται από την κεραμική οροφή» φωτογραφία © Kéré Architecture



Εικόνα 3.38: «Αεροφωτογραφία του κτιρίου» φωτογραφία © Kéré Αρχιτεκτονική

3.4.15 Σχεδιασμός με ημιδιαφανή υλικά

Η βασική ιδιότητα των ημιδιαφανών υλικών (γυαλί και πλαστικά) είναι ότι το υλικό και η δομή τους είναι διαπερατή από το φως. Στην περίπτωση των διαφανών υλικών, παρέχεται επίσης η δυνατότητα διάφανης όρασης μέσω του υλικού. Αυτοί οι δύο παράγοντες είναι κρίσιμοι για την ευημερία και την υγεία των ανθρώπων. Για το λόγο αυτό, τα υλικά αυτά εφαρμόζονται συνήθως στο κτίριο ως παράθυρα ή ακόμη και ως πλήρεις προσόψεις ή στέγες, επιτρέποντας επίσης την ενσωμάτωση ανοιγόμενων τμημάτων που επιτρέπουν τον αερισμό και τη ρύθμιση των θερμικών συνθηκών του εσωτερικού χώρου. Η χρήση αυτών των υλικών αποτελεί επομένως απαίτηση για να έχουν τα κτίρια επαρκείς συνθήκες υγιεινής και διαβίωσης.



Εικόνα 3.39: Λεπτομέρεια γυάλινης πρόσοψης

Τούτου λεχθέντος, τα περισσότερα από αυτά τα υλικά έχουν μια εγγενή δυσκολία από την άποψη της βιωσιμότητας: αν και η χρήση τους στο κέλυφος του κτιρίου προσφέρει το πλεονέκτημα του φυσικού φωτός στον εσωτερικό χώρο διαβίωσης, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παροχή οπτικής και θερμικής άνεσης και τη μείωση της χρήσης τεχνητού φωτισμού και θέρμανσης. Η ικανότητα θερμικής μάζας τους είναι συχνά αρκετά χαμηλή. Έτσι, η απόκτηση κατάλληλων συνθηκών θερμικής άνεσης το χειμώνα μπορεί να συνεπάγεται έντονη κατανάλωση ενέργειας, η οποία, σε συνδυασμό με τον έλεγχο της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, αποτελεί την κύρια πρόκληση σε κτίρια με μεγάλες επιφάνειες από υαλοστάσια.

Από την άποψη αυτή, ο κλάδος έχει σημειώσει σημαντικές προόδους που είχαν ως αποτέλεσμα την παραγωγή πολλών διαφορετικών προϊόντων που μπορούν να ελέγχουν τα ηλιακά κέρδη και να βελτιστοποιούν το φως της ημέρας την κατανομή του φωτός σε έναν χώρο με παθητικές ή ενεργητικές μεθόδους. Ο παθητικός ηλιακός έλεγχος, όπως είδαμε στο κεφάλαιο 2, παίρνει τη μορφή μιας ποικιλίας υαλομονωτικών μονάδων που μπορούν να φιλοξενήσουν διαφορετικά γεωμετρικά προφίλ για τον έλεγχο του φωτός. Τα ενεργητικά και έξυπνα (βασισμένα σε υπολογιστή, με αισθητήρες) συστήματα ανταποκρίνονται ή ελέγχουν περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η ποσότητα του ηλιακού φωτός, η ηλεκτρική ενέργεια και παρόμοια. Από απλές επιστρώσεις ηλιακού ελέγχου έως πιο εξελιγμένες διαμορφώσεις υαλοπινάκων (που ενσωματώνουν υλικά με διαφορετικές ανακλαστικές ιδιότητες: θερμοχρωμικά, φωτοχρωμικά, ηλεκτροχρωμικά, υγρούς κρυστάλλους, διατάξεις αιωρούμενων σωματιδίων κ.λπ.), είτε έχουν κυκλοφορήσει στο εμπόριο είτε βρίσκονται ακόμη σε πρωτότυπα στάδια, προσφέρεται μια εκτεταμένη οικογένεια προϊόντων σε ένα ευρύ φάσμα μορφών (σχήμα, μέγεθος και χρώμα) και μηχανικών ιδιοτήτων.

Πλεονεκτήματα Γυάλινα πλαστικά (ETFE)

Εξαγωγή πρώτων υλών. Το γυαλί παράγεται από πρώτες ύλες που εξάγονται σε λατομεία (άμμος, δολομίτης, ασβεστίτης) και πρώτες ύλες σύνθεσης (ανθρακικό νάτριο). Είναι σημαντικό να γίνεται η προμήθεια από έναν υπεύθυνο προμηθευτή, να υπάρχει ένα σχέδιο για τη βελτιστοποίηση των πρώτων υλών και να χρησιμοποιείται τοπική προμήθεια για τη μείωση των εκπομπών από τις μεταφορές. Η πρώτη ύλη για την παραγωγή ETFE δεν είναι παράγωγο πετροχημικών προϊόντων και είναι 100% ανακυκλώσιμη.

Οικολογικές πιστοποιήσεις

Δεν υπάρχουν ακόμη παγκόσμιοι οργανισμοί που να παρέχουν συστήματα πιστοποίησης ειδικά για το γυαλί ή τα πλαστικά, οπότε οι περισσότεροι κατασκευαστές προσπαθούν να πληρούν διεθνή πρότυπα, όπως το ISO 14001, ένα διεθνές σύστημα ποιότητας για την περιβαλλοντική διαχείριση που βοηθά τις επιχειρήσεις να διαχειρίζονται τις περιβαλλοντικές τους ευθύνες και να συμμορφώνονται με νόμους, οδηγίες και κανονισμούς. Το πρότυπο πλαίσιο BES 6001 για την υπεύθυνη προμήθεια είναι ένα σύστημα πιστοποίησης που επιτρέπει στους κατασκευαστές να διαθέτουν τα διαπιστευτήρια και τα πιστοποιητικά προμήθειας για την αξιολόγηση ενός ευρέος φάσματος υλικών, συμπεριλαμβανομένου του γυαλιού και των πλαστικών, και να επικυρώνονται από το BREEAM. Είναι επίσης χρήσιμο να είναι σε γνώση τα παγκόσμια συστήματα πιστοποίησης, όπως ο Πράσινος Οδηγός Προδιαγραφών, τα οποία παρέχουν περιβαλλοντικές αξιολογήσεις με βάση τα οικοδομικά συστήματα (π.χ. παράθυρα) ή συγκεκριμένα συστήματα πιστοποίησης, όπως οι Ενεργειακές Αξιολογήσεις Παραθύρων. Το παγκόσμιο πιστοποιημένο περιβαλλοντικό προφίλ BRE παρέχει επίσης ένα γενικό σύστημα αξιολόγησης που μετρά τις επιπτώσεις ενός δομικού υλικού, προϊόντος ή κτιριακού συστήματος καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του - όχι μόνο κατά την κατασκευή του αλλά και κατά τη χρήση του σε ένα κτίριο κατά τη διάρκεια μιας τυπικής διάρκειας ζωής του κτιρίου.

Το γυαλί είναι ένα σκληρό, εύθραυστο, μη κρυσταλλικό υλικό, ιδιαίτερα ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες και διαφανές ή ημιδιαφανές. Ο πιο κοινός τύπος γυαλιού είναι ο νατρίτης, γυαλί με βασικό συστατικό του το διοξείδιο του πυριτίου (άμμος), και παράγεται με τη σύντηξη και ψύξη όλων των υλικών σε μια άκαμπτη άμορφη δομή. Το γυαλί μπορεί επίσης να περιλαμβάνει πολλά άλλα ορυκτά στη σύνθεσή του για την παραγωγή διαφορετικών τύπων γυαλιών με διαφορετικές οπτικές και μηχανικές ιδιότητες, όπως γυαλιά πυριτίας, βοριοπυριτικά γυαλιά, γυαλιά μολύβδου και αλουμινοπυριτικά γυαλιά. Η σημαντικότερη ιδιότητα του γυαλιού ως δομικού υλικού είναι η διαφάνεια, η οποία μπορεί να παρέχει φυσικό φως, ηλιακή θερμότητα και οπτική σύνδεση με το εξωτερικό. Οι ιδιότητες ελέγχου της θερμότητας και του φωτός μπορούν να επιτευχθούν με την αλλαγή της χημικής του σύνθεσης στο πραγματικό μείγμα γυαλιού ή μόνο στην επιφάνειά του (ως επιστρώσεις). Οι ιδιότητες αυτές μπορούν επίσης να ελεγχθούν με τη χρήση ευαίσθητων ή μεταβλητών υλικών που μπορούν να ανταποκριθούν σε εξωτερικά ερεθίσματα όπως το φως, η θερμοκρασία, ο ηλεκτρισμός, η πίεση ή μια χημική ένωση αλλάζοντας τις ιδιότητες μετάδοσης του φωτός (χρώμα, διαφάνεια), οδηγώντας στην παραγωγή φωτοχρωμικών, θερμοχρωμικών, ηλεκτροχρωμικών, υγρών κρυστάλλων, συσκευών αιωρούμενων σωματιδίων, μηχανόχρωμων και αεριοχρωμικών γυαλιών.

Πλεονεκτήματα της χρήσης γυαλιού

Κατασκευή και ανακύκλωση: Το γυαλί κατασκευάζεται από την πιο άφθονη και άμεσα διαθέσιμη πρώτη ύλη στη γη (άμμος), η εξόρυξη της οποίας είναι απλή και καθαρή. Μπορεί να

ανακυκλωθεί 100% με τη χρήση χαμηλής ενέργειας και πόρων, λαμβάνοντας ένα νέο προϊόν που διατηρεί την ίδια ποιότητα και τα ίδια χαρακτηριστικά με το πρωτότυπο.

Ποιότητα αέρα εσωτερικού χώρου: Το γυαλί είναι αδρανές και δεν εκπέμπει VOC (πτητικές οργανικές ενώσεις), συμβάλλοντας στη διατήρηση επαρκών συνθηκών υγιεινής στους εσωτερικούς χώρους κτιρίων.

Διαφάνεια: Επιτρέπει τη διέλευση του φυσικού φωτός και της θερμότητας στο εσωτερικό των κτιρίων, απαραίτητα για την υγιεινή και την άνεση. Η τεχνολογική πρόοδος έχει επιτρέψει τη δημιουργία διαφόρων τύπων γυαλιού που επιτρέπουν τη ρύθμιση και των δύο ζητημάτων, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση και το επίπεδο άνεσης των χρηστών.

Ανθεκτικότητα: Είναι ένα ανθεκτικό υλικό και μη βιοδιασπώμενο, που αντέχει στις αλλαγές της θερμοκρασίας, διατηρώντας παράλληλα τη δομική του ακεραιότητα. Εάν δεν υποστεί θραύση ή υποβάθμιση της δομής που το στηρίζει, μπορεί να έχει εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής.

Εργασίες σχεδιασμού

Γυαλί χαμηλής εκπομπής (low-e)

Ορισμένες ειδικά σχεδιασμένες επιστρώσεις πρέπει να εφαρμόζονται στο επιφανείες κοιλότητας των μονωτικών υαλοπινάκων (διπλοί υαλοπίνακες, προκατασκευασμένα, μονωμένα τζάμια), προκειμένου να αποτραπούν ζημιές των οπτικών ιδιοτήτων της μεμβράνης και η επίτευξη των επιθυμητών στόχων ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή είναι η περίπτωση των επιστρώσεων low-e, οι οποίες μειώνουν την εκπομπή ακτινοβολούμενης υπέρυθρης ενέργειας στην πλευρά όπου βρίσκεται η πηγή θερμότητας (ιδιότητες υψηλής ανακλαστικότητας), ενώ επιτρέπουν τη διέλευση του ορατού φωτός. Αυτό βελτιώνει την ενεργειακή απόδοση των υαλοπινάκων, καθώς το χειμώνα η θερμότητα που προέρχεται από τον εσωτερικό χώρο παραμένει στο εσωτερικό, ενώ το καλοκαίρι η θερμότητα από τον ήλιο εμποδίζεται, διατηρώντας το εσωτερικό πιο δροσερό.

Ηλεκτροχρωμικό γυαλί

Χειμώνας: Ανοικτό στα ηλιακά κέρδη.

Καλοκαίρι: Αποκλεισμός των ηλιακών κερδών.

Το ηλεκτροχρωμικό γυαλί είναι ένα εναλλασσόμενο γυαλί που αναπτύχθηκε ως εναλλακτική τεχνολογική λύση στη συμβατική χρήση συσκευών σκίασης για παράθυρα, όπως κουρτίνες ή περσίδες. Αυτό το γυαλί μεταλλάσσεται από διαυγές σε σκούρο μπλε (εμποδίζοντας τα ηλιακά κέρδη) όταν εφαρμόζεται σε αυτό ηλεκτρική ενέργεια, η οποία μπορεί να ελεγχθεί άμεσα από τους ενοίκους του κτιρίου. Το σύστημα γυαλιού αποτελείται από πέντε στρώματα που μπορούν να παράγουν το σκούρο χρώμα της επιφάνειας με τη μεταφορά ιόντων λιθίου και ηλεκτρονίων από το ένα στρώμα στο άλλο όταν εφαρμόζεται μια συγκεκριμένη τάση. Με άλλα λόγια, η μετάδοση μιας μικρής τάσης από ένα τροφοδοτικό ενσωματωμένο στο τζάμι του παραθύρου το σκουραίνει. έτσι ώστε να απορροφά και να εκπέμπει ανεπιθύμητη θερμότητα. Αυτή η διαδικασία μπορεί να αντιστραφεί, και τα ιόντα και τα ηλεκτρόνια θα επιστρέψουν στην προηγούμενη θέση τους, με αποτέλεσμα το γυαλί να είναι εντελώς διαφανές και πάλι.

Παράδειγμα σχεδιασμού με ημιδιαφανή υλικά

Το Μουσείο Τέχνης Nelson-Atkins Kansas City, Ηνωμένες Πολιτείες, 2007, Steven Hall Architects.

Η επέκταση αυτού του μουσείου έγινε ως μια συγχώνευση μεταξύ αρχιτεκτονικής και του τοπίου. Η νέα προσθήκη επεκτείνεται κατά μήκος της ανατολικής άκρης της πανεπιστημιούπολης και διακρίνεται από πέντε γυάλινα μπλοκ (φακοί), που διασχίζουν την υπάρχουσα δομή μέσω του Πάρκου Γλυπτικής για να σχηματίσουν νέους χώρους για να περιέχει τη νέα γκαλερί και το

πρόγραμμά της. Αυτοί οι πέντε φακοί κατασκευάζονται με διπλό γυαλί πρόσοψης για να παρέχουν μέγιστο φυσικό φως που επιτρέπεται για την διατήρηση της τέχνης, ενώ ελαχιστοποιώντας το κέρδος θερμότητας το καλοκαίρι και την αξιοποίηση του ηλιακού κέρδους με μείωση της απώλειας θερμότητας το χειμώνα. Αποτελούνται από ένα συγκρότημα γυαλιού διπλής στρώσης με κοιλότητα αέρα υπό πίεση μεταξύ των στρωμάτων. Το εξωτερικό στρώμα αποτελείται από διπλή αλληλοσυνδεόμενη γυάλινη σανίδα με ημιδιαφανή μόνωση OKALUX ενδιάμεσα. Το εσωτερικό στρώμα είναι ημιδιαφανές πολυστρωματικό γυαλί χαμηλού σιδήρου, με φινίρισμα όξινης χάραξης. Περισσότερες από 6.000 σανίδες από ¼ της ίντσας ημιδιαφανές, αμμοβολημένο γυαλί προφίλ καναλιού U σχηματίζουν μια διπλή γυάλινη κοιλότητα μεταξύ του πλαστικοποιημένου επίπεδου γυαλιού με όξινη χάραξη και του διαφανούς επίπεδου γυαλιού. Το κανάλι και το πλαστικοποιημένο γυαλί παρέχουν τροποποιημένο, διάχυτο φυσικό φως στις γκαλερί, και το διαφανές γυαλί προσφέρει ανοιχτή θέα στο Πάρκο Γλυπτικής σε διάφορα σημεία των αιθουσών. Άλλο επίπεδο γυαλί στο έργο, μεταξύ των φακών, αποτελείται από διάφορα διαμορφώσεις μονωμένων γυάλινων μονάδων, όλες κατασκευασμένες με γυαλί χαμηλού σιδήρου, συμπεριλαμβανομένου αυτού με διαμορφώσεις και επιστρώσεις χαμηλού-e, επιφάνειες χαραγμένες με οξύ και μόνωση OKALUX.



Εικόνα 3.40: Εξωτερική άποψη, φωτογραφία © Steven Hall Architects



Εικόνα 3.41: Εσωτερική άποψη, φωτογραφία © Steven Hall Architects.

3.4.16 Σχεδιασμός με ETFE

Το αιθυλενοτετραφθοροαιθυλένιο (ETFE) είναι ένα πολυμερές (πλαστικό) με βάση το φθόριο. Αναπτύχθηκε αρχικά ως υλικό υψηλής μονωτικής ικανότητας και ανθεκτικό στη διάβρωση, αλλά σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως στα κτίρια για την εξαιρετική αντοχή του σε σχισίματα, τη μεγάλη διάρκεια ζωής, την ελαφρότητα και τη διαφάνεια σε όλο το φάσμα του φυσικού φωτός. Το φύλλο ETFE εφαρμόζεται συνήθως δημιουργώντας μεμβράνες ή μαξιλάρια, που προσαρμόζονται σε συνεχή περιβλήματα (προσόψεις και οροφή). Αυτά τα περιβλήματα γεμίζουν συνεχώς με αέρα από ένα αυτόματο σύστημα, παρέχοντας δομική σταθερότητα.

Πλεονεκτήματα της χρήσης ETFE

Διαφάνεια: Ο δείκτης διαπερατότητας φωτός του ETFE είναι μεγαλύτερος από αυτόν του γυαλιού, παρουσιάζοντας υψηλό ποσοστό απορρόφησης της υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία μπορεί να ωφελήσει το κτίριο το χειμώνα, αλλά πρέπει να ελέγχεται το καλοκαίρι για να αποφευχθεί η υπερθέρμανση. Παρουσιάζει επίσης υψηλή αντοχή στις υπεριώδεις ακτίνες, γεγονός που το εμποδίζει, σε αντίθεση με άλλα πλαστικά, να κιτρινίζει μετά την έκθεση στο ηλιακό φως.

Ελαφρύ: Το ETFE ζυγίζει περίπου 1% του βάρους του γυαλιού και χρησιμοποιεί προφίλ χαμηλού βάρους, γεγονός που σημαίνει σημαντική μείωση του φορτίου της κατασκευής για τη στήριξη του κελύφους του κτιρίου, γεγονός που συνεπάγεται σημαντική εξοικονόμηση κόστους σε μεγάλες κατασκευές.

Αντοχή και πλαστιμότητα: Η σκληρότητα του υλικού, η αντοχή του στο σχίσσιμο και η ικανότητα παραμόρφωσης να επεκτείνεται μεταξύ 300% και 400% σημαίνει ότι επιτρέπει φυσικά μεγάλες παραμορφώσεις στη φέρουσα κατασκευή. Αυτή η ιδιότητα επιτρέπει επίσης στο υλικό να αποδίδει καλά κατά τη διάρκεια φυσικών καταστροφών όπως σεισμοί.

Ανθεκτικότητα: Ούτε η υπεριώδης ακτινοβολία ούτε η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζουν αυτό το υλικό. Είναι χημικά αδρανές και έχει εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής. Η επιφάνειά του είναι λεία και αποφεύγει ενεργά τη βρωμιά.

Ηλιακός έλεγχος: Η πολυστρωματική κατασκευή των δομών ETFE μπορεί να ελέγξει την ποσότητα της ηλιακής σκίασης και να χειριστεί την οπτική διαφάνεια του κελύφους του κτιρίου. Αυτό επιτρέπει το σχεδιασμό με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Ανακυκλώσιμο: Το ETFE είναι εύκολα ανακυκλώσιμο και οικονομικά αποδοτικό στην παραγωγή, περιλαμβάνει μια διαδικασία κατασκευής και μεταφοράς που δεν καταναλώνει ενέργεια και είναι αυτοσβενόμενο σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Λειτουργίες σχεδιασμού

Φάκελοι

Οι μεμβράνες ETFE μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονοστρωματικές ή πολυστρωματικές δομές, τεντωμένες και φουσκωμένες με αέρα χαμηλής πίεσης.

Τύποι πάνελ ETFE:

- (1) Πάνελ μίας στρώσης
- (2) Φουσκωτό πάνελ δύο στρωμάτων
- (3) Φουσκωτό πάνελ τριών στρώσεων

Τα περιβλήματα ETFE διαμορφώνονται με μαξιλάρια αέρα. Αρχικά αναπτύχθηκαν για τη διαστημική βιομηχανία, το υλικό αυτό είναι μοναδικό ως προς την αδιάφορη ικανότητά του κάτω από την επίδραση των υπεριωδών ακτίνων ή της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Τα τρέχοντα σχέδια μπορούν να ενσωματώσουν φωτισμό, ηλιακό έλεγχο και ισχύ με τεχνολογία παραγωγής (π.χ. LED, εναλλασσόμενες μεμβράνες όπως οι ηλεκτροχρωμικές μεμβράνες και φωτοβολταϊκές κυψέλες).

Δομικό σύστημα

Οι μεμβράνες ETFE, με πάχος που μετράται σε μικρόμετρα, υποστηρίζονται από περιμετρικά μεταλλικά πλαίσια που αγκυρώνονται στο κτίριο και φουσκώνουν με μια μικρή αντλία υπό πίεση περίπου 220 pascals, συμβάλλοντας στη δομική σταθερότητα και τις θερμικές ιδιότητες.

Προτάθηκε για το νέο Taipei City Museum of Art το Πράσινο Κύτταρο (Green Cell), μια μεικτή ανάπτυξη με κυρίως πολιτιστικό χαρακτήρα. Ένας από τους κύριους στόχους της είναι να δημιουργήσει μια σύνδεση με τον κοντινό σιδηροδρομικό σταθμό, το τελεφερίκ και ένα μονοπάτι στην όχθη του ποταμού, επιτρέποντας στους ανθρώπους να χρησιμοποιούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς και να έχουν πρόσβαση στο μουσείο, προωθώντας μια περιοχή χωρίς αυτοκίνητα. Το κύριο χαρακτηριστικό του κτιρίου είναι ένα εξαιρετικά αναπνεύσιμο κέλυφος από ETFE που εκτείνεται μέχρι το έδαφος. Αποτελείται από ομάδες κυψελών, που στεγάζουν διαφορετικά υλικά για να παρέχουν διαφορετικές λειτουργίες ανάλογα με τις ανάγκες του προγράμματος. Το κτίριο ενσωματώνει διάφορες περιβαλλοντικές στρατηγικές στο κέλυφος, μια μονωτική πράσινη οροφή, ενεργειακά αποδοτικές λυχνίες LED, ενεργειακά αποδοτικό εξαερισμό και ενσωματωμένους ηλιακούς συλλέκτες.



Εικόνα 3.42: Γενική όψη του συστήματος, εικόνα © Kengo Kuma & Associates

3.4.17 Σχεδιασμός με υφάσματα

Τα υφάσματα είναι εύκαμπτα υλικά από υφαντές φυσικές (βαμβάκι, μαλλί, λινάρι) ή τεχνητές ίνες (αραμιδικός άνθρακας, γυαλί, πολυβινύλιο, πολυτετραφθοροαιθυλένιο, πολυβινυλιδένιο, φθορίδιο, πολυεστέρα). Η ανάπτυξη των τεχνικών υφασμάτων παράλληλα με την αυξημένη λειτουργικότητα των υφασμάτων έχει διευρύνει την εφαρμογή αυτών των υλικών στην αρχιτεκτονική ως εναλλακτική λύση σε πιο παραδοσιακά υλικά για περιβλήματα, οροφές και δάπεδα. Οι ίνες μπορούν να επικαλυφθούν για να προσθέσουν ή να βελτιώσουν περαιτέρω ορισμένες ιδιότητες, όπως η αδιαβροχοποίηση ή η αντανάκλαση του φωτός. Τα υφάσματα μπορούν επίσης να ενσωματώσουν διάφορες τεχνολογίες (π.χ. φωτισμός LED, θερμοχρωματικές, φωτοχρωματικές ή φωσφορίζουσες ίνες, φωτοβολταϊκά).

Πλεονεκτήματα της χρήσης υφασμάτων

Ελαφρότητα: Οι υφασμάτινες κατασκευές ή μεμβράνες είναι εξαιρετικά ελαφριές (που σημαίνει πολύ χαμηλό φορτίο για την κατασκευή στήριξης) και ανθεκτικές, προσφέρουν ελάχιστη χρήση

υλικών και εξαιρετική ευελιξία, έχουν υψηλή δομική απόδοση και απαιτούν χαμηλή χρήση ενέργειας κατά την κατασκευή τους.

Εύκολα εγκαθίστανται και αποσυναρμολογούνται με πολύ χαμηλό αντίκτυπο: Οι τεχνολογικές εξελίξεις στις δομές αυτές αποσκοπούν στη βελτίωση αυτών των ιδιοτήτων, χρησιμοποιώντας προκατασκευασμένα συστήματα αρθρωτών κατασκευών που υποστηρίζουν τις υφασμάτινες μεμβράνες, οι οποίες διευκολύνουν την κατασκευή με ελάχιστο αντίκτυπο και στην επακόλουθη μελλοντική αφαίρεση.

Έλεγχος της ηλιακής ακτινοβολίας και της θέας: Η χρήση υφασμάτινων πάνελ επιτρέπει συνήθως σημαντικές μειώσεις του θερμικού συντελεστή ενός κτιρίου. Τα υφάσματα μπορούν να κατασκευαστούν με διαφορετικούς τύπους πλέξης, επιτρέποντας διαφορετικούς βαθμούς αδιαφάνειας και κατά συνέπεια διαφορετικούς βαθμούς διαπερατότητας στο φως και την όραση από το εσωτερικό του κτιρίου. Η δομή της ύφανσης επηρεάζει επίσης την ηλιακή προστασία που μπορεί να προσφέρει. Τα τρέχοντα εμπορικά υφάσματα προσφέρουν προστασία από την υπερϊώδη ακτινοβολία, ηλιακή σκίαση, προστασία από τις καιρικές συνθήκες, φωτοδιαπερατότητα, αυτοκαθαρισμό και φιλτράρισμα.

Εργασίες σχεδιασμού

Τύποι πάνελ

Η υφασμάτινη αρχιτεκτονική προσφέρει τη δυνατότητα παρέμβασης στον αστικό χώρο και ελέγχου των κλιματικών συνθηκών άνεσης (ηλιακή ακτινοβολία, άνεμος) με απλό και ευέλικτο τρόπο. Η ελαφριά κατάσταση του υφάσματος, καθώς και τα εύχρηστα χαρακτηριστικά του, επιτρέπουν την εποχιακή τοποθέτηση τέτοιων εγκαταστάσεων στους δρόμους (όταν ο καιρός είναι πολύ ηλιόλουστος και ζεστός) και μπορούν να αφαιρεθούν όταν είναι απαραίτητη η μέγιστη ηλιακή δέσμευση. Οι υφασμάτινες κατασκευές είναι μια μορφή εφελκυστικών κατασκευών, όπου η μεμβράνη τεντώνεται για να σχηματίσει μια δομικά σταθερή επιφάνεια. Αυτή η λύση είναι εξαιρετικά ελαφριά, και δεν έχει μεγάλο αντίκτυπο στη φέρουσα κατασκευή του κτιρίου. Συνήθως, τα υφάσματα μπορούν να υποστηρίξουν υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό, αλλά έχουν πολύ μικρή αντίσταση στο σχίσσιμο, το οποίο συνήθως συμβαίνει γύρω από τους αρμούς.

Κλωστοϋφαντουργικές προσόψεις

Οι κλωστοϋφαντουργικές προσόψεις μπορούν να λειτουργήσουν ως ηλιακή οθόνη για το κτίριο, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας στον αέρα κλιματισμού έως και 50%. Μπορούν επίσης να αυξήσουν την οπτική άνεση κατά την εργασία με υπολογιστές, καθώς μπορούν να αποτρέψουν και την αντανάκλαση. Η τεράστια ποικιλία λύσεων στην αγορά αυξάνει την ευελιξία και την καταλληλότητα, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τον υπεύθυνο σχεδιασμό του κλίματος.

Παράδειγμα σχεδιασμού με υφάσματα

Arena da Amazônia Μανάους, Βραζιλία, 2014, GMP Architekten von Gerkan, Marg und Partner.

Αυτό το στάδιο, χωρητικότητας 44.300 θεατών, οραματίστηκε ως ένα απλό αλλά εξαιρετικά αποδοτικό κτίριο. Ολόκληρο το κέλυφος του κτιρίου (οροφή και προσόψεις) είναι κατασκευασμένο από ημιδιαφανή υφασμάτινα πάνελ από υαλοβάμβακα, τα οποία στηρίζονται σε χαλύβδινο σκελετό, με δοκούς κοίλης διατομής που λειτουργούν ταυτόχρονα ως μεγάλες υδρορροές για την αποστράγγιση της τεράστιας απορροής τροπικών νερών της βροχής. Λόγω του (θερμού και υγρού) τροπικού κλίματος στο οποίο βρίσκεται το κτίριο, ο ηλιακός έλεγχος και η προώθηση του φυσικού αερισμού αποτελούν βασικούς παράγοντες σχεδιασμού για τη λειτουργία ενός άνετου και παθητικού περιβάλλοντος, μειώνοντας την ανάγκη για ενέργεια ψύξης. Το

κλωστοϋφαντουργικό κέλυφος του κτιρίου, λευκό και ανακλαστικό, παρέχει άφθονη σκιά στους χώρους καθισμάτων. Οι προσόψεις περιλαμβάνουν επίσης άφθονα ανοίγματα για την ενθάρρυνση του διασταυρούμενου αερισμού. Άλλα χαρακτηριστικά βιωσιμότητας περιλαμβάνουν επιτόπιο σύστημα ανακύκλωσης βρόχινου νερού, εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων για τη μείωση της χρήσης νερού και την ανακύκλωση παλαιών οικοδομικών υλικών.



Εικόνα 3.43: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία της GMP Architekten von Gerkan, Marg und Partner © Marcus Bredt

3.4.18 Σχεδιασμός με έξυπνα υφάσματα

Τα έξυπνα υφάσματα είναι υφάσματα που αντιδρούν σε περιβαλλοντικές συνθήκες ή ερεθίσματα, όπως αυτά που προέρχονται από μηχανικές, θερμικές, χημικές, ηλεκτρικές, μαγνητικές ή άλλες πηγές.

Πλεονεκτήματα της χρήσης έξυπνων υφασμάτων

Ανταποκρινόμενος χαρακτήρας: Οι τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν στο κέλυφος του κτιρίου να αντιδρά στις εξωτερικές συνθήκες και να αλλάζει τις ιδιότητές του, την εμφάνισή του και τη σχέση που μεσολαβεί μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος με βάση τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες που εμφανίζονται με την πάροδο του χρόνου.

Λειτουργικότητα: Η κατασκευή υφασμάτων πάνελ έχει επωφεληθεί σε μεγάλο βαθμό από τις τεχνικές εξελίξεις όσον αφορά το σχεδιασμό, την κατασκευή υλικών και εφαρμογή σε κτίρια (τεχνικές κατασκευής). Ως αποτέλεσμα αυτών των νέων προϊόντων των τεταμένων υφασμάτων στοιχείων, προέκυψαν νέες χρήσεις για τα εν λόγω υλικά, καθώς και νέες αντιλήψεις για τους χώρους. Επίσης, τα υφασμάτινα πάνελ έχουν γίνει ελαφρύτερα, με βελτιωμένη θερμική, ακουστική, δομική απόδοση, και νέα υλικά και τεχνολογίες έχουν ενσωματωθεί στα υφάσματα για τη δημιουργία τυπικά πολύπλοκων λύσεων.

Προκατασκευή: Η διαθεσιμότητα και η προσβασιμότητα σε αυτά τα υλικά υψηλής τεχνολογίας που συνδυάζουν νέες ίνες με επιστρώσεις από διάφορες χημικές ενώσεις είναι δυνατή χάρη σε μια βιομηχανική στρατηγική που βασίζεται σε προκατασκευασμένα αρθρωτά συστήματα δόμησης, η οποία υποστηρίζει τη χρήση αυτών των υφασμάτων μεμβρανών ως λύσεις αρχιτεκτονικού περιβλήματος, αεριζόμενων προσόψεων, ηλιακών προστασιών και παρόμοιων.

Παραδείγματα αυτών των λύσεων είναι πάνελ που μειώνουν το θερμικό συντελεστή ενός κτιρίου, υφασμάτινα πάνελ με ενσωματωμένη φωτοβολταϊκή τεχνολογία για την παραγωγή ενέργειας στο χώρο, υφασμάτινες ίνες με ενσωματωμένες λυχνίες LED για φωτισμό και μέσα για φωσφορίζοντα και φωτιζόμενα υφάσματα από υαλοβάμβακα.

Εργασίες σχεδιασμού

Εξαερισμός με βάση το ύφασμα (TBV):

Τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα παρέχουν μια αποτελεσματική εναλλακτική λύση υλικών για τη δημιουργία αγωγών που παρέχουν ομοιόμορφη, χωρίς ρεύμα, κατανομή του ζεστού και του

κρύου αέρα, ευνοώντας μια αποτελεσματική αλλαγή του αέρα και ένα καλό εσωτερικό κλίμα για κτίρια όπου συγκεντρώνονται πολλοί άνθρωποι (π.χ. σχολεία, γραφεία).

Η χρήση αυτού του υλικού επιτρέπει μεγάλη ευελιξία και λύσεις κατά παραγγελία. Τα υλικά είναι ελαφριά, εύκολα στη μεταφορά και την εγκατάσταση, υγιεινά και αποσυναρμολογούνται εύκολα για πλύσιμο στο πλυντήριο. Πληρούν τα διεθνή πρότυπα πυροπροστασίας και επειδή χρησιμοποιούν συστήματα χαμηλής κίνησης με εξαιρετικές ακουστικές ιδιότητες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε στούντιο ηχογράφησης, λειτουργώντας επίσης ως ηχητικά διαφράγματα που απορροφούν και καταπνίγουν τον ανακλώμενο ήχο.

Χαλιά που συγκρατούν σωματίδια σκόνης:

Αυτά τα χαλιά έχουν μια πατενταρισμένη δομή από υψηλές μπούκλες που σχηματίζονται από νήματα λεπτού σύρματος που αιχμαλωτίζουν και συγκρατούν τα μικρότερα σωματίδια σκόνης που αιωρούνται στον αέρα (<10 microns) και χαμηλές θηλιές που σχηματίζονται από χοντρές ίνες που αιχμαλωτίζουν τα μεγαλύτερα σωματίδια. Η δομή του προϊόντος προσφέρει εύκολη απελευθέρωση της σκόνης κατά τον καθαρισμό και βέλτιστη αναγέννηση της φίλτραριστικής ικανότητας του χαλιού.

Ακουστικά χαλιά:

Αυτά τα χαλιά έχουν ειδικές ηχοαπορροφητικές ιδιότητες, που αναπτύχθηκαν για χώρους που φιλοξενούν δραστηριότητες με υψηλές ακουστικές απαιτήσεις. Η κάτω πλευρά τους είναι επικαλυμμένη με ειδική μεμβράνη, σε συνδυασμό με στρώμα τσόχας διαφορετικού πάχους, που έχει πολύ αποτελεσματική ακουστική συμπεριφορά.

Παράδειγμα σχεδιασμού με έξυπνα υφάσματα

IBA Soft House Αμβούργο, Γερμανία, 2013, Kennedy & Violich Architecture.

Το Soft House προτείνει μια "μαλακή" οικιακή υποδομή, με ευέλικτες έννοιες διαβίωσης, κατασκευή από μασίφ ξύλο με ουδέτερο ισοζύγιο άνθρακα και ασύρματο έλεγχο του κτιρίου με ευαίσθητα και λειτουργικά υφάσματα που δημιουργούν την ταυτότητα της architecture. Ο κύριος στόχος ήταν η ενσωμάτωση της αρχιτεκτονικής, των κινητών κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων και μιας κατασκευής καθαρής ενέργειας. Η δομή του σπιτιού είναι κατασκευασμένη από μασίφ ξύλινα πάνελ και κατασκευή καταστρώματος με συνδέσεις ξύλινων πείρων. Το ελαφρύ κλωστοϋφαντουργικό κέλυφος του κτιρίου ενσωματώνει εύκαμπτα ηλιακά νανοϋλικά και ένα έξυπνο σύστημα συλλογής ενέργειας. Είναι σχεδιασμένο να λυγίζει για να ανταποκρίνεται στη γωνία του ήλιου για βέλτιστη λειτουργία. Αυτή η εύκαμπτη επένδυση παρέχει ηλιακό έλεγχο σε ένα μεγάλο γυάλινο παραπέτασμα. Ένα εσωτερικό αίθριο φέρνει το φως της ημέρας και τον φυσικό αερισμό στο εσωτερικό. Ενσωματωμένα LED στις κινητές κουρτίνες παρέχουν μετρήσεις σε πραγματικό χρόνο των εξωτερικών συνθηκών ανέμου και κλίματος, ενσωματώνοντας μια οπτική έκφραση του εξωτερικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 3.44: Γενική όψη του κτιρίου, φωτογραφία της Kennedy & Violich Architecture © Michael Moser
ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Εναλλακτικοί Τρόποι Δόμησης και Πράσινη Δόμηση

Εκτός από τον τρόπο ζωής και τις καθημερινές συνήθειες των ανθρώπων, που έχουν διαφοροποιηθεί, τα τελευταία χρόνια η φυσική δόμηση και οι εναλλακτικοί τρόποι δημιουργίας των κτιρίων είναι εκείνοι που κυριαρχούν στη μοντέρνα αρχιτεκτονική. Η φυσική δόμηση περιλαμβάνει μια σειρά από μεθόδους, υλικά κατασκευής κτιρίων και άλλων δομών που δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην αυτάρκεια και την πράσινη πολιτική. Στη δόμηση αυτή χρησιμοποιούνται ανθεκτικά φυσικά υλικά που συνήθως δεν έχουν υποστεί βιομηχανική επεξεργασία και βρίσκονται σε αφθονία στο άμεσο περιβάλλον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα οικήματα που δημιουργούνται να είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον και πιο «πράσινα». Με τη φυσική αυτή μέθοδο, κατασκευάζονται βιώσιμα βιοκλιματικά σπίτια που για την κατασκευή τους απαιτούν ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας, μειωμένους φυσικούς πόρους και εν τέλει μειωμένα κόστη. Το σκυρόδεμα είναι το κυρίαρχο υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο στην κατασκευή κτιρίων και επιβαρύνει πολύ το περιβάλλον. Γι' αυτό τον λόγο, η κατάργηση ή η ελαχιστοποίηση της χρήσης του αποτελεί σπουδαία συμβολή και συνιστώσα προς την κατεύθυνση αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής.

4.1 Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Εκτός από τον τρόπο ζωής και τις καθημερινές συνήθειες των ανθρώπων, που έχουν διαφοροποιηθεί, τα τελευταία χρόνια η φυσική δόμηση και οι εναλλακτικοί τρόποι δημιουργίας των κτιρίων είναι εκείνοι που κυριαρχούν στη μοντέρνα αρχιτεκτονική. Η φυσική δόμηση περιλαμβάνει μια σειρά από μεθόδους, υλικά κατασκευής κτιρίων και άλλων δομών που δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην αυτάρκεια και την πράσινη πολιτική. Η έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής δεν είναι καθόλου καινούργια, καθώς πολλά παραδοσιακά αρχιτεκτονικά μοντέλα λειτουργούν σύμφωνα με τις βιοκλιματικές αρχές. Είναι πριν από λίγο καιρό, όταν ο μηχανικός κλιματισμός ήταν σπάνιος και ακριβός, και εξακολουθεί να είναι για πολλά μέρη σήμερα. Παραδείγματα παραδοσιακής αρχιτεκτονικής που λειτουργούν με αυτόν τον τρόπο είναι συχνά λαϊκά αρχέτυπα, όπως τα παράθυρα με νότιο προσανατολισμό και οι μονωμένοι βόρειοι «τυφλοί» τοίχοι.

Ως τυχαίο παράδειγμα, τα ισπανικά χωριά κοντά στην Ανδαλουσία είναι φωλιασμένα σε πλαγιές με νότιο προσανατολισμό, χρησιμοποιώντας υλικά με θερμική μάζα (όπως πλίνθους) με επικάλυψη γης από ασβέστη στους τοίχους, δημιουργώντας ένα σταθερό εσωτερικό μικροκλίμα. Ανάλογα με το πραγματικό κλίμα, οι περιπτώσεις αυτές διαφέρουν, αλλά λειτουργούν με βάση την ίδια αρχή: μια διαδικασία σχεδιασμού που απαιτεί περισσότερο χρόνο, αλλά κατανοεί επίσης την ανάγκη να παρατηρηθεί η μελέτη και να αξιοποιηθεί πλήρως ο τόπος δόμησης, προσφέροντας απλές και φτηνές τοπικές λύσεις σε προβλήματα που, αν αγνοηθούν, μπορούν να αποδειχθούν σημαντικό εμπόδιο στην υγιεινή και ενεργειακά αποδοτική διαβίωση.

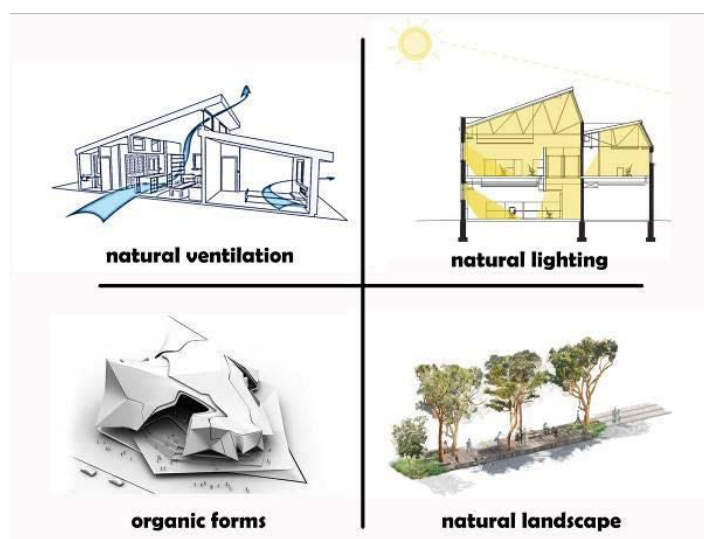
Εν ολίγοις, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει σχέση με τη φύση, καθώς η δόμηση και τα σχέδια λαμβάνουν υπόψη το κλίμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες για να βοηθήσουν στην επίτευξη της βέλτιστης θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων και των κατοικιών. Επικεντρώνεται στο σχεδιασμό και τα αρχιτεκτονικά στοιχεία, αποφεύγοντας την πλήρη εξάρτηση από τα μηχανικά συστήματα, τα οποία θεωρούνται υποστηρικτικά.

4.1.1 Βιοκλιματικές αρχές

Για να είναι επιτυχημένο αυτό το είδος έργου, πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένα χαρακτηριστικά του χώρου πριν από την έναρξη της διαδικασίας σχεδιασμού, μεταξύ των οποίων το κλίμα, η βλάστηση, η τοπογραφία και η γεωλογία του εδάφους βρίσκονται στην κορυφή του

καταλόγου. Ο κύριος στόχος που επιδιώκει να επιτύχει αυτός ο τύπος κτιρίου είναι η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και η δημιουργία ενός πιο άνετου περιβάλλοντος με τη βελτίωση της υδροθερμικής και ακουστικής μόνωσης της κατασκευής, καθώς και με την παροχή μιας υγιούς ποσότητας φυσικού φωτός. Επιπλέον, δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο σεβασμό του υπάρχοντος τοπίου και στην ενσωμάτωση του κτιρίου σε αυτό.

Ένα από τα κρίσιμα στοιχεία που μπορούν να καθορίσουν την επιτυχία ενός βιοκλιματικά σχεδιασμένου περιβάλλοντος είναι ο φυσικός αερισμός και ο τρόπος με τον οποίο εξυπηρετεί κάθε δωμάτιο του κτιρίου, χρησιμοποιώντας φυτεμένες/ σκιασμένες επιφάνειες για την παροχή δροσερού αέρα εισόδου, ο οποίος αργότερα απορρίπτεται όταν ζεσταίνεται μέσω αεραγωγών που τοποθετούνται στο ανώτερο τμήμα της όψης. Το θέμα αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ανεξάρτητα από το αν πρόκειται για ένα μικρό ή μεγάλο κτίριο, ως σημαντικός παράγοντας για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, καθώς και ως η κύρια αιτία για τα προβλήματα υγείας και άνεσης που μπορεί να προκύψουν σε έναν ανεπαρκώς φωτισμένο και αεριζόμενο εσωτερικό χώρο. Ο φυσικός εξαερισμός και η πρόσληψη φωτός στο χώρο συμβαδίζουν και μπορούν εύκολα να ελεγχθούν και να βελτιστοποιηθούν εάν υπάρχει κατάλληλος προσανατολισμός και γεωμετρία. Στο βόρειο ημισφαίριο ο προτιμώμενος προσανατολισμός των γυάλινων επιφανειών των κτιρίων είναι ο νότιος, μια σταθερή πηγή φυσικού φωτός. Το "πίσω μέρος του σπιτιού" πρέπει να είναι πάντα προσανατολισμένο προς το Βορρά, με όσο το δυνατόν λιγότερες παραβιάσεις της μόνωσης (παράθυρα και πόρτες) και οι αεραγωγοί εισαγωγής πρέπει να τοποθετούνται σε σκιερές φυτεμένες περιμέτρους, κυρίως προς τα νοτιοανατολικά. Εάν τηρηθεί αυτό το απλό σχήμα, η κατανάλωση ενέργειας θα μειωθεί σημαντικά, καθώς ο φυσικά εγκλιματισμένος εσωτερικός χώρος θα χρησιμοποιεί την αδράνεια που παρέχει η μάζα του κελύφους, με αποτέλεσμα η ανάγκη για μηχανικό εξαερισμό και κλιματισμό να γίνεται ελάχιστη. Η έξυπνη χρήση φυτεμένων περιμετρικών χώρων σε κοντινή απόσταση από το κτίριο είναι ένας σημαντικός παράγοντας βιοκλιματικού σχεδιασμού που μπορεί να αντιμετωπιστεί καλύτερα όταν το κτίριο βρίσκεται εκτός αστικών υπερπληθυσμιακών κέντρων. Στην περίπτωση ψηλών κτιρίων που τοποθετούνται σε πυκνοδομημένες αστικές περιοχές, μπορούν να φυτευτούν μέτριου βάθους χαγιάτια που παρέχουν μια φυσική ασπίδα κατά του ισχυρού καλοκαιρινού ήλιου, καθώς και να αναζωογονήσουν τη φυσική ροή του αέρα. Πρόσθετες προσλήψεις ηλιακής ενέργειας θα παρέχονται μέσω πολυώροφων αιθρίων που ακτινοβολούν θερμότητα κατά την ψυχρή περίοδο και μπορούν να κλείνουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αποφεύγοντας το φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 4.1: Σκίτσα για Βιοφιλική αρχιτεκτονική

4.1.2 Βιοφιλία και βιοφιλικός σχεδιασμός

Ο όρος "Βιοφιλία" αναφέρθηκε για πρώτη φορά στα έργα του Γερμανού ψυχολόγου Fromm (1973), ως "η παθιασμένη αγάπη για τη ζωή και για ό,τι είναι ζωντανό". Η βιοφιλία ορίζεται ως "η παρόρμηση για σύνδεση με άλλες μορφές ζωής". Η ανθρώπινη εξέλιξη έχει αποδείξει ότι το 99% των ζωντανών ειδών είχε μια προσαρμοστική αντίδραση προς το φυσικό περιβάλλον και τις επακόλουθες δυνάμεις του. Αυτές οι προσαρμοστικές αντιδράσεις οδήγησαν σε παρατεταμένη ανθρώπινη εξάρτηση από τη φύση και τους πόρους της. Ο βιοφιλικός σχεδιασμός είναι ο διεπιστημονικός μετασχηματισμός της βιοφιλίας στις προοπτικές σχεδιασμού του δομημένου περιβάλλοντος. Η εξέλιξη των ανθρώπων από την εφεύρεση του ηλεκτρισμού έχει θεωρηθεί ως μια βιοκεντρική ανάπτυξη της σωματικής διάπλασης, του νου και των αισθήσεων. Έχουμε χρησιμοποιήσει τα κτίρια μας από τη βιομηχανική επανάσταση για να διεκδικήσουμε την υπεροχή μας έναντι της φύσης και να καταδείξουμε την αποξένωσή μας από αυτήν. Οι συνέπειες της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής μας ανάγκασαν να στραφούμε σε επείγουσες λύσεις, και τώρα τα κτίριά μας και το μερίδιο του 40% της χρήσης ενέργειας που κατέχουν είναι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το θέμα αυτό.



Εικόνα 4.2: Πρασίνη ζωή

Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, οι άνθρωποι ως είδος έχουν κληρονομική συμπεριφορική κλίση προς τις φυσικές συνθήκες, ενώ οι αντιδράσεις τους στα ερεθίσματα κινούνται μεταξύ εποικοδομητικών και αποτρεπτικών συναισθημάτων. Η διαθέσιμη έρευνα στον τομέα αυτό εξετάζει τέσσερις πτυχές του φυσικού κόσμου: ζώα, φυτά, τοπία και ερημιά. Η έννοια της βιοφιλίας ενισχύει την παραδοχή ότι τα δομημένα περιβάλλοντα πρέπει να διαθέτουν τόσο βιοτικά όσο και αβιοτικά χαρακτηριστικά για την ψυχολογική ευημερία καθώς και για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Ο βιοφιλικός σχεδιασμός βασίζεται στην εννοιολόγηση της θεωρίας της βιοφιλίας στο πλαίσιο των προοπτικών της αρχιτεκτονικής, του αστικού σχεδιασμού, του σχεδιασμού τοπίου και της αειφορίας. Τα κτίρια και οι χώροι διαβίωσης με βιοφιλικό σχεδιασμό φέρνουν τους ανθρώπους πιο κοντά στη φύση. Ο βιοφιλικός σχεδιασμός εξαρτάται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία: φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός και οργανικές μορφές (που υπάρχουν στη φύση) και φυσικά τοπία. Τα χαρακτηριστικά αυτά ενισχύουν τον δεσμό μεταξύ του ανθρώπου και του άμεσου περιβάλλοντός. Οι έρευνες που διεξάγονται στον τομέα αυτό δείχνουν ότι οι επερχόμενες κατοικίες, τα σχολεία, οι δήμοι, τα νοσοκομεία και τα γραφεία εταιρειών έχουν ξεκινήσει μια διαδικασία αναγνώρισης των ωφέλιμων πτυχών του βιοφιλικού σχεδιασμού. Αυτή η συγκεκριμένη πτυχή της Βιοφιλίας και του Βιοφιλικού

Σχεδιασμού έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη επιμελημένων και ανθρωποκεντρικών συστημάτων αξιολόγησης του κτιριακού σχεδιασμού και κατευθυντήριων γραμμών που έχουν εθελοντικό χαρακτήρα.

4.2 Οικολογικός σχεδιασμός και πράσινη δόμηση

Η οικολογική σκέψη για το σχεδιασμό είναι ένας τρόπος ενίσχυσης της ύφανσης που συνδέει τη φύση και τον πολιτισμό. Ακριβώς όπως η αρχιτεκτονική παραδοσιακά ασχολείται με προβλήματα δομής, μορφής και αισθητικής, ή όπως η μηχανική ασχολείται με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα, πρέπει να καλλιεργήσουμε συνειδητά μια οικολογικά υγιή μορφή σχεδιασμού που είναι σύμφωνη με τη μακροπρόθεσμη επιβίωση όλων των ειδών. Ορίζουμε τον οικολογικό σχεδιασμό ως «οποιαδήποτε μορφή σχεδιασμού που ελαχιστοποιεί τις καταστροφικές για το περιβάλλον επιπτώσεις ενσωματώνοντας τον εαυτό του στις ζωντανές διαδικασίες». Αυτή η ενσωμάτωση συνεπάγεται ότι ο σχεδιασμός σέβεται την ποικιλότητα των ειδών, ελαχιστοποιεί την εξάντληση των πόρων, διατηρεί τους κύκλους θρεπτικών ουσιών και νερού, διατηρεί την ποιότητα των οικοτόπων και φροντίζει για όλες τις άλλες προϋποθέσεις της υγείας του ανθρώπου και του οικοσυστήματος. Ο οικολογικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει ρητά τη σχεδιαστική διάσταση της περιβαλλοντικής κρίσης. Δεν είναι στυλ. Είναι μια μορφή δέσμευσης και συνεργασίας με τη φύση που δεν δεσμεύεται από ένα συγκεκριμένο επάγγελμα σχεδιασμού. Το πεδίο εφαρμογής του είναι αρκετά πλούσιο ώστε να περιλαμβάνει το έργο των αρχιτεκτόνων που επανεξετάζουν τις επιλογές τους στα δομικά υλικά. Ο οικολογικός σχεδιασμός παρέχει ένα συνεκτικό πλαίσιο για τον επανασχεδιασμό των τοπίων, των κτιρίων, των πόλεων και των συστημάτων ενέργειας, νερού, τροφίμων, μεταποίησης και αποβλήτων. Ο οικολογικός σχεδιασμός προσφέρει τρεις κρίσιμες στρατηγικές για την αντιμετώπιση αυτής της απώλειας: διατήρηση, αναγέννηση και διαχείριση. Η διατήρηση επιβραδύνει το ρυθμό με τον οποίο τα πράγματα χειροτερεύουν, επιτρέποντας την περαιτέρω επέκταση των σπάνιων πόρων. Τα τυπικά μέτρα διατήρησης περιλαμβάνουν την ανακύκλωση υλικών, την οικοδόμηση πυκνότερων κοινοτήτων για τη διατήρηση της γεωργικής γης, την προσθήκη μόνωσης και το σχεδιασμό αυτοκινήτων που εξοικονομούν καύσιμα.

Ο προσεκτικός οικολογικός σχεδιασμός επιτρέπει μια τόσο μεγάλη μείωση των ροών ενέργειας και υλικών που οι ανθρώπινες κοινότητες μπορούν και πάλι να ενσωματωθούν βαθιά στις γύρω οικολογικές κοινότητες. Προσαρμόζοντας προσεκτικά την κλίμακα και τη σύνθεση των αποβλήτων στην ικανότητα των οικοσυστημάτων να τα αφομοιώσουν, μπορούμε να αρχίσουμε να αναδημιουργούμε μια συμβιωτική σχέση μεταξύ φύσης και πολιτισμού. Αφήνοντας τη φύση να κάνει τη δουλειά, επιτρέπουμε στα οικοσυστήματα να ανθίσουν ακόμη και όταν καθαρίζουν και ανακτούν τα απόβλητα, βελτιώνουν το κλίμα, παρέχουν τρόφιμα ή ελέγχουν τις πλημμύρες. Είναι σαφές ότι «ο κόσμος είναι ένα τεράστιο αποθετήριο άγνωστων βιολογικών στρατηγικών που θα μπορούσαν να έχουν τεράστια σημασία εάν αναπτύξουμε μια επιστήμη ενσωμάτωσης των ιστοριών που είναι ενσωματωμένες στη φύση στα συστήματα που σχεδιάζουμε για να μας συντηρήσουν». Ο οικολογικός σχεδιασμός αρχίζει να ενσωματώνει αυτές τις βιολογικές στρατηγικές αυτοσχεδιάζοντας απαλά πάνω στο χημικό λεξιλόγιο, τη γεωμετρία, τις ροές και τα μοτίβα της ίδιας της ζωής.

Βασικές αρχές του είναι: Δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, Προσανατολισμός του κτιρίου, Σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους, Σχεδιασμός των όψεων του κτιρίου, Χρήση παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξυπηρετεί τους ακόλουθους στόχους στα πλαίσια της πράσινης δόμησης:

- Την εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω της χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).

- Τη μείωση του κόστους της ενέργειας, μέσω της χρήσης ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των κτηρίων και των δροσερών ανέμων για τον δροσισμό τους.
- Την προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του περιορισμού της χρήσης συμβατικών πηγών ενέργειας και συνεπώς τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων στην ατμόσφαιρα.
- Τη βελτίωση του κλίματος των εσωτερικών χώρων των κτιρίων με τη διασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης και σωστής ποιότητας αέρα.



Εικόνα 4.3: Φωτοκολάζ αναπαράστασης Πρασινής Πόλης

4.2.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πράσινων κτιρίων

Η βιωσιμότητα έχει γίνει αντικείμενο προσέγγισης για κάθε επιχείρηση. Οι μικρές προσπάθειες που αναλαμβάνονται συλλογικά μπορούν να κάνουν μεγάλη διαφορά στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των επιχειρήσεων. Ωστόσο, ο αγώνας δρόμου για ένα πράσινο μέλλον έχει ξεκινήσει. Αυτό σημαίνει ότι οι επιχειρήσεις που δεν εφαρμόζουν καινοτόμες περιβαλλοντικές δραστηριότητες χάνουν ένα πλεονέκτημα όσον αφορά στη συνολική ανταγωνιστικότητα. Τα πράσινα κτίρια έχουν πολλά οφέλη και έχουν μεγάλο αντίκτυπο σε περιβαλλοντικό, οικονομικό και κοινωνικό επίπεδο. Ο σχεδιασμός του κτιρίου εξαρτάται από τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθώς και βιολογικών πόρων και ανακυκλώσιμων ή ανανεώσιμων υλικών. Και τα οφέλη αυτών των κτιρίων σε κοινωνικό επίπεδο είναι πολλά, τα βιώσιμα κτίρια βελτιώνουν την ποιότητα του περιβάλλοντος και της ζωής βελτιώνοντας την υγεία και την άνεση των ανθρώπων γύρω τους λόγω της χρήσης τεχνικών ηχομόνωσης, θερμομόνωσης και βελτίωσης της διαχείρισης του φωτισμού και της ενέργειας.

Από πότε ξεκίνησαν οι άνθρωποι να μιλούν για πράσινα κτίρια; Πριν από μια δεκαετία, τα πράσινα κτίρια αποτελούσαν καινοτομία. Σήμερα, γίνονται όλο και περισσότερο ο κανόνας στην αρχιτεκτονική και στις κατασκευές, από τα πλήρως πράσινα κτίρια μέχρι τα στοιχεία βιώσιμου σχεδιασμού. Αυτό το κεφάλαιο επιφυλάσσει έμπνευση και προβληματισμούς για την έννοια του πράσινου κτιρίου ή την ανακαίνιση κτιρίων.

Τι είναι τα πράσινα κτίρια; Είναι το μέλλον των κτιρίων και αυτό είναι σίγουρο. Τα πράσινα κτίρια είναι αυτά που είναι αβλαβή για το περιβάλλον, εκτός από το ότι είναι αποδοτικά ως προς την εξοικονόμηση πόρων καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Οι περισσότερες χώρες υιοθετούν πλέον τις έννοιες των πράσινων κτιρίων και άλλες χώρες βρίσκονται καθ' οδόν για να ενταχθούν και αυτές. Σε μικρότερη κλίμακα, οι ιδιώτες και οι επενδυτές ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για τα αυτοσυντηρούμενα σπίτια και κτίρια. Τι είναι τα **ΠΡΑΣΙΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ** για πράσινα κτίρια; Σε γενικές γραμμές, τα πράσινα κτίρια εξετάζουν τη βιωσιμότητα τεσσάρων βασικών τομέων σχεδιασμού: **Υλικά, Ενέργεια, Νερό, Υγεία**

Τα βιώσιμα κτίρια δεν περιορίζονται μόνο στη δόμηση του κτιρίου. Επεκτείνονται στο σχεδιασμό του χώρου, τη χρήση της γης, το σχεδιασμό και τη συντήρηση. Η πρωταρχική τους ευθύνη είναι η μείωση των επιπτώσεων της ρύπανσης των κτιρίων στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο, πρέπει να αποτελούνται από τους ακόλουθους δείκτες: Πρέπει να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά την ενέργεια, το νερό, τη θερμότητα και άλλους πόρους. Πρέπει να διαθέτουν ρυθμίσεις για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για παράδειγμα, ηλιακούς συλλέκτες. Πρέπει να ακολουθούν τις αρχές της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης και άλλες πρακτικές για τη μείωση της ρύπανσης και της παραγωγής αποβλήτων. Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα πρέπει να καλύπτει τα γενικά πρότυπα. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μη τοξικά, κατάλληλα και βιώσιμα υλικά. Ο σχεδιασμός τους πρέπει να ενσωματώνει τη βελτίωση ή τη διατήρηση της ιερότητας του περιβάλλοντος κατά το σχεδιασμό, την κατασκευή και τη λειτουργία. Ο σχεδιασμός τους πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτος ώστε να επιτρέπει την προσαρμογή σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Σημείο που πρέπει να σημειωθεί, δεν είναι και δεν απαιτείται να είναι όλα τα πράσινα κτίρια παγκοσμίως τα ίδια. Η προσέγγιση για την κατασκευή ενός πράσινου κτιρίου ποικίλλει ανάλογα με διάφορους παράγοντες, συγκεκριμένα, τις ιδιαίτερες κουλτούρες και παραδόσεις τους, τους τύπους και τις ηλικίες των κτιρίων, καθώς και τη γενικότερη περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική τους προτεραιότητα. Οι κλιματικές συνθήκες αποτελούν επίσης έναν εξαιρετικό παράγοντα προς εξέταση.

4.2.2 Επιπτώσεις του πράσινου κτιρίου στην υγεία

Η επίδραση του κατασκευασμένου περιβάλλοντος στην ανθρώπινη υγεία αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία. Ως επιχειρήσεις και ιδιοκτήτες κτιρίων, είμαστε υπεύθυνοι για την ευημερία των ανθρώπων που εργάζονται στα κτίρια που διαχειριζόμαστε. Ακολουθούν μερικές σκέψεις για τις νέες κατασκευές ή τις ανακαινίσεις. Ποιες είναι οι επιπτώσεις των υλικών που χρησιμοποιούνται, στην υγεία; Τα μη τοξικά, χωρίς πτητικές οργανικές ενώσεις δομικά υλικά αποτελούν επένδυση στην υγεία των ανθρώπων που θα κατοικούν στον δομημένο χώρο. Αυτό μειώνει τις πιθανότητες εμφάνισης ασθενειών και αλλεργιών και βελτιώνει επίσης την ποιότητα του αέρα. Καθώς πολλά από αυτά είναι ανθεκτικά στην υγρασία, αυτό αποτρέπει επίσης την ανάπτυξη μούχλας που προκαλεί ασθένειες. Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία - ιδίως στις μεγάλες πόλεις, όπου η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί πρόβλημα. Ο καλός εξαερισμός και το περιβάλλον του κτιρίου με ελεγχόμενη υγρασία συμβάλλουν στη δημιουργία καλής ποιότητας αέρα για τους ενοίκους του κτιρίου.

Κατά τη διάρκεια της οικοδομικής διαδικασίας, υπάρχουν μερικοί τρόποι με τους οποίους μπορεί να επιτευχθεί αειφορία και κατά τη διαδικασία κατασκευής. Η χρήση τοπικού εργατικού δυναμικού είναι ένα τέτοιο μέτρο. Ένα άλλο θα ήταν η καινοτομία γύρω από τους τρόπους εξυπηρέτησης της κοινότητας. Για παράδειγμα, αν αποφασίσετε να ενσωματώσετε έναν πράσινο ή ζωντανό τοίχο ή μια πράσινη οροφή στο σχεδιασμό του κτιρίου σας, η φύτευση λαχανικών θα μπορούσε να προσφέρει μια πολύτιμη πηγή τροφής σε μειονεκτούντα μέλη της κοινότητας. Η αύξηση της δημοτικότητας των πράσινων κτιρίων έχει οδηγήσει σε μείωση του κόστους αυτών των τεχνολογιών. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα αν εφαρμόζονται στοιχεία πράσινου σχεδιασμού σταδιακά με την πάροδο του χρόνου.

Η πράσινη τεχνολογία δε σημαίνει τίποτα αν δεν μπορεί να συγκριθεί με τις επιδόσεις. Παρακολουθήστε την κατανάλωση ενέργειας και νερού. Αυτό θα βοηθήσει να γίνουν αντιληπτά γρήγορα τυχόν ασυνήθιστα μοτίβα και να εντοπιστούν τα περισσότερα κόστη και τότε αυτά συμβαίνουν. Μόλις το κτίριό είναι έτοιμο, η παρακολούθηση των προτύπων και της συμπεριφοράς θα βοηθήσει στην ανάπτυξη την ενεργειακής στρατηγικής γύρω από την προμήθεια και τη διαχείριση στο μέλλον.

Η πράσινη νομοθεσία αλλάζει. Οι κυβερνήσεις έχουν θέσει περιβαλλοντικούς στόχους που απαιτούν από τις επιχειρήσεις να είναι πιο βιώσιμες. Ως εκ τούτου, οι κανονισμοί γύρω από τη βιωσιμότητα γίνονται όλο και πιο αυστηροί. Εξελίσσονται επίσης καθώς αυξάνεται η πίεση για αλλαγή.

4.2.3 Τα οφέλη του πράσινου σχεδιασμού κτιρίων

Κόστος: Το κόστος κατασκευής είναι το ίδιο με ένα τυπικό κτίριο και μερικές φορές κοστίζουν λίγο περισσότερο, καθώς απαιτούν ειδικά υλικά για την κατασκευή τους. Ωστόσο, το κόστος του κανονικού κτιρίου δεν θα σταματήσει μετά την κατασκευή του, αφού πάντα θα ξοδεύονται χρήματα για τη συντήρηση, την ανακαίνιση, τη λειτουργία ή ακόμη και την κατεδάφιση. Ο έξυπνος σχεδιασμός πράσινων κτιρίων θα εξοικονομήσει χρήματα στους λογαριασμούς ενέργειας και θα συμβάλει στη συνολική εξοικονόμηση πόρων. Μια βελτιωμένη τελική λύση σημαίνει ότι τα χρήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη των επιχειρήσεων την βελτίωση της ζωής και την αλλαγή τρόπου σκέψης και αλληλεπίδρασης με την φύση με εναλλακτικούς τρόπους. Αυτό δεν σημαίνει ότι τα πράσινα κτίρια δεν θα χρειαστούν συντήρηση, ανακαίνιση, λειτουργία ή ακόμη και κατεδάφιση, αλλά είναι χτισμένα από φυσικούς πόρους όλα αυτά τα πράγματα που ξανακάνουν θα χρειαστούν αιώνες μέχρι να γίνουν, καθώς δεν καταστρέφονται τόσο γρήγορα ως εκ τούτου, η επένδυση σε πράσινα κτίρια είναι 10 φορές πιο κερδοφόρα από τα κανονικά.

Αποδοτικότητα: Διαχωρίζεται στα εξής: **A-Αποδοτικότητα νερού:** Τα πράσινα κτίρια δεν γνωρίζουν την έννοια της "σπατάλης", ανακυκλώνουν το νερό της βροχής και το γκρίζο νερό και τα χρησιμοποιούν για παράδειγμα για το καζανάκι της τουαλέτας. **B-Ενεργειακή απόδοση:** Αυτά τα κτίρια εξοικονομούν ενέργεια περισσότερο από εκείνα που είναι χτισμένα από τούβλα. Εξαρτώνται μόνο από όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή ενέργεια, η υδροηλεκτρική ενέργεια και η αιολική ενέργεια, οι οποίες χρησιμοποιούνται για θέρμανση και ηλεκτρισμό και συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. **Γ-Αποδοτικότητα υλικών:** Τα πράσινα κτίρια κατασκευάζονται από φυσικά, μη τοξικά και ανακυκλωμένα υλικά που δεν κοστίζουν πολύ και είναι φιλικά προς το περιβάλλον, όπως μπαμπού, άχυρο, ανακυκλωμένο μέταλλο ή σκυρόδεμα κ.λπ.

Διατήρηση των υποδομών: Όντας αποδοτικά τόσο στην παροχή ενέργειας όσο και στην παροχή νερού, τα κτίρια αυτά τεντώνουν σε μεγάλο βαθμό τη χωρητικότητα των τοπικών υποδομών.

Δ-Υψηλά ποσοστά ROI / Υψηλότερη αγοραία αξία: Λαμβάνοντας υπόψη ότι αυτά τα κτίρια είναι εντελώς φυσικά, έχουν τεράστια ποσοστά απόδοσης των επενδύσεων και τα ακίνητα σε αυτά τα κτίρια πωλούνται σε υψηλές τιμές. Τα πράσινα κτίρια έχουν μεγάλη απόδοση της επένδυσης και υψηλότερη αγοραία αξία λόγω του χαμηλότερου κόστους συντήρησης. Ενώ το ενοίκιο έχει οριστεί να έχει υψηλή αξία στην αγορά ακινήτων, η αξία πώλησης είναι ακόμη σημαντικά υψηλότερη. Οι εμπειρογνώμονες λένε ότι ένα μέσο πράσινο κτίριο μπορεί να πωληθεί σε υψηλή τιμή που αξίζει 7% περισσότερο από ένα παραδοσιακό κτίριο.

Εξοικονόμηση νερού: Στα παραδοσιακά κτίρια, μία από τις πιο κρίσιμες σπατάλες φυσικών πόρων είναι η σπατάλη του φυσικού βρόχινου νερού. Στα πράσινα κτίρια, ενσωματώνονται κατασκευές που διευκολύνουν τη συλλογή βρόχινου νερού και τη συλλογή γκρίζου νερού. Η εγκατάσταση μπορεί να χρησιμοποιήσει το νερό που εξοικονομείται για άρδευση, κηπουρική και για το καζανάκι της τουαλέτας. Τα όμβρια ύδατα συλλέγονται για να μειωθούν οι τοπικές πλημμύρες, γεγονός που μειώνει τη μεταφορά αποβλήτων στον τοπικό υδάτινο φορέα και τη διάβρωση. Οι οδοί από στερεά και πορώδη υλικά μπορούν να σταματήσουν την καταστροφή και τη ρύπανση του νερού.

Ψυχολογικά βελτιστοποιημένο περιβάλλον: Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται έτσι ώστε να διατηρούν το υπάρχον περιβάλλον, το οποίο μπορεί επίσης να βελτιώσει την ψυχολογική επίδραση των κατοίκων. Ένα παράδειγμα θα ξεκαθαρίσει το θέμα. Τι θα θέλατε, να ξυπνάτε από τον ήχο από το κελήδισμα των πουλιών και το θρόισμα των φύλλων ή τις κόρνες των αυτοκινήτων και τους δυνατούς θορύβους; Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται επίσης για να παρέχουν βέλτιστη ηχητική παρουσία, η οποία περιλαμβάνει κατάλληλη ηχομόνωση και ακουστική. Φτιάχνονται έτσι ώστε να ταιριάζουν και να ενισχύουν τους φυσικούς ήχους και να αποκόπτουν την κακοφωνία των ενοχλητικών θορύβων.

Καλύτερο Περιβάλλον: Οι στατιστικές δείχνουν ότι η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται για περίπου 4,2 εκατομμύρια θανάτους ετησίως και πάνω από 3 εκατομμύρια θανάτους παιδιών κάτω των πέντε ετών λόγω περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αυτές οι στατιστικές δείχνουν μόνο πόσο τοξικό είναι το περιβάλλον μας από την εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, τα τρισεκατομμύρια γαλόνια ανεπεξέργαστων λυμάτων που ρίχνονται στο νερό και διάφορες άλλες μολύνσεις. Η πράσινη δόμηση μειώνει αποτελεσματικά τη ρύπανση μέσω της αποδοτικής χρήσης των φυσικών πόρων, π.χ. μείωση του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται για να συμβάλει στη μείωση του ρυθμού της κλιματικής αλλαγής. Επιπλέον, τα πράσινα κτίρια επιφέρουν ένα καλύτερο περιβάλλον και έναν λιγότερο μολυσμένο κόσμο για να ζούμε. Ενισχύουν επίσης ένα καλύτερο εσωτερικό περιβάλλον λόγω υγιεινότερων εσωτερικών συνθηκών, όπως ο φωτισμός, η ποιότητα του αέρα κ.λπ.

Διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος: Τα πράσινα κτίρια διατηρούν το φυσικό περιβάλλον με τη λειτουργικότητα τους. Η εκδήλωση αυτή προωθεί υγιεινές συνήθειες μεταξύ των κατοίκων, όπως το περπάτημα, η άσκηση και άλλες φυσικές δραστηριότητες. Επίσης, προσελκύει πτηνά και άλλη πανίδα που συνθέτουν ένα ολοκληρωμένο οικοσύστημα στη συνολική περιοχή.



Εικόνα 4.4: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Πράσινων κτηρίων

Αλλά όπως όλοι γνωρίζουμε τίποτα δεν πάντα τόσο γλυκό και τέλειο. Τα πράσινα κτίρια έχουν και αυτά τα ελαττώματά τους τα οποία για να συνοψίσουμε, είναι τα εξής.

4.2.4 Μειονεκτήματα των πράσινων κτιρίων

Τοποθεσία: Η εύρεση της σωστής τοποθεσίας είναι ένα μειονέκτημα των πράσινων κτιρίων. Αυτό οφείλεται κυρίως στις κλιματικές αλλαγές. Τα πράσινα κτίρια χρησιμοποιούν το ηλιακό φως όσο

το δυνατόν περισσότερο, οπότε χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μορφές ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια, το κτίριο σε μια περιοχή με πολύ λίγες ηλιόλουστες ημέρες θα ήταν μια λάθος τοποθεσία, επειδή πιθανότατα θα ξεμείνετε από ενέργεια κάποια στιγμή. Επίσης για την καλύτερη έκθεση στον ήλιο ίσως να πρέπει να βρίσκονται αντίθετα από άλλα σπίτια της γειτονιάς. Η ακόμη κάνει πολύ δύσκολη την τοποθέτηση τους σε μεγαλουπόλεις και πυκνοκατοικημένες περιοχές όπως λ.χ. η Αθήνα.

Διαθεσιμότητα: Τα υλικά για την κατασκευή τέτοιων κτιρίων μπορεί να είναι δύσκολο να βρεθούν, ιδίως σε αστικές περιοχές όπου η διατήρηση του περιβάλλοντος δεν αποτελεί την πρώτη επιλογή των ανθρώπων. Έτσι, η αποστολή αυτών των υλικών μπορεί στη συνέχεια να κοστίζει πολύ περισσότερο από ένα τυπικό κτίριο. Επίσης, εκτός από τα υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή του κτιρίου, άλλα υλικά όπως οι τεχνολογίες που απαιτούνται μπορεί να είναι δύσκολο να βρεθούν. Οι τεχνολογίες που σχετίζονται με το πράσινο κτίριο είναι ακόμη ελαφρώς καινούργιες - έτσι μπορεί να είναι δύσκολο να αγοραστεί ή να εντοπιστεί η καλύτερη ωφέλιμη τεχνολογία για το κτίριο. Μερικές φορές, οι τεχνολογίες μπορεί να περιορίζονται από ορισμένους παράγοντες, γεγονός που καθιστά δυσκολότερη την αγορά της σωστής επιλογής για το κτίριο.

Δεν υπάρχουν χαρακτηριστικά αερόψυξης: Συχνά, δεν είναι εύκολο να ελεγχθεί η θερμοκρασία του αέρα σε πράσινα κτίρια. Αυτά τα φιλικά προς το περιβάλλον κτίρια χρησιμοποιούν τον ήλιο για την παραγωγή ενέργειας, έτσι, λειτουργούν με θερμότητα και ο αέρας ελέγχεται από ένα κεντρικό σημείο. Οπότε, αυτά τα κτίρια λειτουργούν με θερμότητα για την παραγωγή ενέργειας, οπότε δεν είναι σχεδιασμένα για θερμές περιοχές, καθώς δεν διαθέτουν συστήματα εξαερισμού, οπότε θα απαιτηθούν κλιματιστικά, γεγονός που θα καταστήσει αυτά τα κτίρια κάθε άλλο παρά φιλικά προς το περιβάλλον.

Μεγάλος χρόνος κατασκευής: Ο σχεδιασμός και η μελέτη πριν από την κατασκευή τους απαιτεί πολλά. Η οικοδόμηση ενός πράσινου κτιρίου μπορεί να διαρκέσει έως και πάνω από 3 χρόνια. Τα κτίρια απαιτούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την κατασκευή και το σχεδιασμό τους. Οι σχεδιασμοί των πράσινων κτιρίων υιοθετούν μια ειδική μέθοδο που λαμβάνει υπόψη τις περιβαλλοντικές συνθήκες του περιβάλλοντος και σε κάθε κτήριο και περιβάλλον κατασκευάζονται διαφορετικού είδους πράσινα κτήρια σύμφωνα με το κλίμα και τις εκάστοτε ανάγκες, οπότε δεν υπάρχει τυποποίηση και γρήγορη κατασκευή όπως στα συνηθισμένα μη πράσινα κτήρια.

Κόστος κατασκευής / Υψηλή αρχική επένδυση: Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι προς το παρόν η κατασκευή πράσινων κτιρίων απαιτεί μεγαλύτερο κόστος από τα κανονικά κτίρια, επειδή εξαρτώνται από πολλά φυσικά υλικά, τα οποία μπορεί να μην είναι διαθέσιμα ανά πάσα στιγμή και σε κάθε τόπο. Παρόλο που οι αποδόσεις είναι μεγάλες με την πάροδο του χρόνου, η αρχική επένδυση εξακολουθεί να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στα πράσινα κτίρια. Αρκετοί άνθρωποι θέλουν να ζουν υγιεινά, αλλά δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά το αρχικό κόστος κατασκευής. Ανάλογα με το πόσο φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες θα χρειαστεί να εφαρμοστούν στο οικοδομήμα το κόστος μπορεί να είναι ακόμη υψηλότερο. Ωστόσο, η αρχική επένδυση εξακολουθεί να είναι πολύ υψηλή λόγω της μη διαθεσιμότητας των πόρων που απαιτούνται για την κατασκευή ενός πράσινου κτιρίου. Ωστόσο, αν απέφυγε κανείς τα πράσινα κτίρια λόγω της υψηλής τιμής τους, θα πρέπει να ξεκινήσουμε να τα εξετάζουμε. Αντ' αυτού, θα βοηθούσε να σκεφθούμε το αρχικό κόστος κατασκευής ενός πράσινου κτιρίου και του συνολικού ποσού που εξοικονομείται με την πάροδο του χρόνου.

Μη διαθεσιμότητα εργαζομένων με εμπειρία: Για τα πράσινα κτίρια, μπορεί να είναι δύσκολο να βρεθούν εργαζόμενοι με εμπειρία τόσο για την επισκευή των τεχνολογιών του κτιρίου όσο και για την αρχική κατασκευή του κτίσματος. Ο κλάδος είναι σχετικά νέος - ως εκ τούτου, μπορεί να

είναι δύσκολο να βρεθούν έμπειροι εργάτες όπου θα ασχοληθούν με τυχόν προβλήματα στο νέο οικοδόμημα.

Επομένως, να κατασκευαστεί ή όχι ένα πράσινο κτίριο;

Μετά την αποσαφήνιση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των πράσινων κτιρίων, μπορούμε πλέον να πούμε ότι πρόκειται για μια πρακτική ιδέα που μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά μέρη και χώρες, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων της, λαμβάνοντας υπόψη τις ελλείψεις της κατασκευής της όσον αφορά τη διαθεσιμότητα ορισμένων περιβαλλοντικών συνθηκών, δομικών υλικών κ.λπ. Τα πράσινα κτίρια προτιμώνται πλέον περισσότερο από τους εργολάβους και τους μελλοντικούς κατοίκους. Αρκετές γνωστές πόλεις έχουν αγκαλιάσει αυτή την προσέγγιση και έχουν συστήσει συμβούλια για τον καθορισμό των παραγόντων και των κανονισμών για να δοθεί σε ένα νεόδμητο κτίριο η "πράσινη" σφραγίδα. Μελέτες έχουν δείξει έναν τρόπο ζωής με προστιθέμενη αξία στους ενοίκους των πράσινων κτιρίων. Με τη ρύπανση και τα επίπεδα του πληθυσμού που εξακολουθούν να αυξάνονται, απαιτείται ένας τρόπος για να οργανωθεί η διαμονή και η βελτίωση του περιβάλλοντος. Λοιπόν, για να τεθεί ξεκάθαρα, τα πράσινα κτίρια μπορούν να αποτελέσουν ουσιαστικό μέρος αυτού του στόχου.

4.3 Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και ενεργειακά πιστοποιητικά

4.3.1 Επεξήγηση μελέτης και σταδίων

Στην παρούσα ενότητα περιγράφονται η διαδικασία εκτίμησης της πραγματικής κατανάλωσης ενέργειας, οι παράγοντες που την επηρεάζουν και οι μέθοδοι βελτίωσης της εξοικονόμησης ενέργειας στον κατασκευαστικό κλάδο. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διενεργούνται από ενεργειακούς επιθεωρητές των επόμενων παραγράφων και από κάθε νομική μορφή νομικού προσώπου του οποίου τουλάχιστον ένα μέλος ή συνεργάτης ή εργαζόμενος (με οποιαδήποτε μορφή σύμβασης εργασίας) είναι κάτοχος ατομικής άδειας ενεργειακού επιθεωρητή. Η εκτέλεση μιας ενεργειακής επιθεώρησης είναι μια μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου ή μέρους ενός κτιρίου. Ωστόσο, πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η μέτρηση αυτή γίνεται για σκοπούς ενεργειακής ταξινόμησης του κτιρίου. Επομένως, για να είναι τα αποτελέσματα συγκρίσιμα, θα πρέπει να υπάρχει συγκεκριμένο πλαίσιο βάσει του οποίου γίνεται η ενεργειακή εκτίμηση με συγκεκριμένες παραδοχές. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό να τηρούνται αυστηρά οι παραδοχές που περιγράφονται στο Κ.ΕΝ.Α.Κ. Και σκοπός των ενεργειακών επιθεωρήσεων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (που θα αποτυπωθούν και στα ενεργειακά πιστοποιητικά) είναι η ταξινόμηση των κτιρίων ανάλογα με την ενεργειακή τους απόδοση.

Κτήριο αναφοράς: Όταν υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, γνωρίζουμε τι καταναλώνει το κτίριο, αλλά αυτή η μέτρηση δεν μας δίνει μια πλήρη εικόνα για το εάν το κτίριο είναι ενεργειακά αποδοτικό. Για να γίνει κατανοητή μια τέτοια κατάσταση, θα πρέπει να υπάρχουν συγκεκριμένα όρια τιμών ενεργειακής απόδοσης και με βάση ποια από αυτά θα πρέπει να ταξινομείται ανάλογα η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Για παράδειγμα, εάν η ενεργειακή απόδοση είναι κάτω από 80 kWh/m², το κτίριο θα ταξινομηθεί στην κατηγορία Α, εάν η ενεργειακή απόδοση είναι μεταξύ 80 και 120 kWh/m², θα ταξινομηθεί ως κατηγορία Β κ.λπ., αλλά τα ίδια πρότυπα δεν ισχύουν για όλα τα κτίρια και τις λειτουργίες τους. Κάθε κτίριο έχει εντελώς διαφορετικά λειτουργικά προφίλ και απαιτήσεις κατανάλωσης. Επομένως, δημιουργήθηκαν πίνακες με όρια αναφοράς για κάθε τύπο κτιρίου και κάθε κλιματική ζώνη. Αυτή η μέθοδος κατάταξης ονομάζεται κατάταξη τιμών αναφοράς. Αυτή η προσέγγιση απαιτεί μια μεγάλη βάση δεδομένων που περιέχει δεδομένα από όλους τους τύπους. Έτσι είναι πολύ εύκολο να εφαρμοστεί. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια προσέγγιση ταξινόμησης κατασκευασμένη με αναφορά. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή δημιουργείται ένα κτήριο παρόμοιο με αυτό που θα

επιθεωρηθεί, το οποίο έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και πληροί κυρίως τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ. Το κτίριο αυτό ονομάζεται κτίριο αναφοράς και χρησιμεύει ως βάση σύγκρισης για το επιθεωρούμενο κτίριο (το κτίριο αναφοράς είναι κατηγορίας Β). Οι ενεργειακές επιδόσεις του επιθεωρούμενου κτιρίου και του κτιρίου αναφοράς συγκρίνονται και κατατάσσονται σε αντίστοιχες κατηγορίες ανάλογα με το πόσο υψηλές ή χαμηλές είναι.

Κέλυφος: Για να πληροί το κτήριο αναφοράς τις απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ. θα πρέπει το κέλυφος του ικανοποιεί και τα δύο κριτήρια του ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας για τα νέα κτήρια ανάλογα με την περίπτωση.

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου ή κτιριακής μονάδας:

Πιστοποιητικό διαπιστευμένο από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) ή άλλο φορέα που ορίζεται από το Υπουργείο, το οποίο αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου ή μιας κτιριακής μονάδας που υπολογίζεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία του άρθρου 3 του ν. 412/2013 και εκδίδεται μετά από ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας. Η βασική διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης συνίσταται σε επιτόπια επίσκεψη επιθεωρητή και επιθεώρηση της κτιριακής μονάδας με σκοπό την καταγραφή και την αντιπαραβολή των στοιχείων που παρέχονται από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης συμπληρώνεται το τυποποιημένο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και καταγράφονται όλα τα στοιχεία που απαιτούνται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και του κτιριακού και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού για στατιστικούς σκοπούς και περαιτέρω χρήση από το Ε.Υ.ΕΠ, ΕΝ. Συμπεριλαμβάνονται και άλλα στοιχεία. Εκτός από το τυποποιημένο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου, η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. περιέχει σχετικές οδηγίες για τη συλλογή και επαλήθευση των απαιτούμενων στοιχείων. Ορισμένα από τα δεδομένα που πρέπει να καταγράφονται στο έντυπο της ενεργειακής επιθεώρησης προέρχονται από υλικό και πληροφορίες που συλλέγονται κατά τη φάση προετοιμασίας της επιθεώρησης. Όπως:

- Τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του κτιρίου.
- Τις σχετικές μελέτες: αρχιτεκτονικές, θέρμανσης, κλιματισμού, θερμομόνωσης, ενεργειακής απόδοσης, κ.τ.λ.
- Τα δελτία αποστολής και τα πιστοποιητικά με τις τεχνικές προδιαγραφές των δομικών υλικών και Η/Μ συστημάτων (εφόσον είναι διαθέσιμα).
- Σημειώνεται ότι για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, τα πιστοποιητικά είναι απαραίτητα να συνοδεύουν το φάκελο του κτιρίου.
- Το αρχείο συντήρησης των κτιριακών εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει).
- Τις καταναλώσεις ενέργειας από λογαριασμούς ή από το τυχόν διαθέσιμο σύστημα ελέγχου και διαχείρισης λειτουργίας του κτιρίου.
- Άλλες σχετικές πληροφορίες και παρατηρήσεις που παρέχει ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής ή ο τεχνικός υπεύθυνος.

Διεξαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης:

Η ενεργειακή επιθεώρηση, σύμφωνα με το άρθρο 15 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. αποσκοπεί:

- α) στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης) ανά τελική χρήση και συνολικά,
- β) στην ενεργειακή πιστοποίηση και κατάταξη του κτιρίου,
- γ) στην έκδοση του Π.Ε.Α. του κτιρίου, το οποίο θα αποτελεί ουσιαστικά και την ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου.

δ) στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

ε) στη συλλογή επιπρόσθετων στοιχείων του κτιρίου και των Η/Μ εγκαταστάσεων που πρέπει να εισαχθούν στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων και αφορούν στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Στάδια Επιθεώρησης:

Για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 15 του Κ.ΕΝ.Α.Κ., που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

Ανάθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης: Η ανάθεση πραγματοποιείται από τον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή του κτιρίου, ο οποίος προσκαλεί έναν ενεργειακό επιθεωρητή. Κατά την ανάθεση, γίνεται μια αρχική ενημέρωση από τον επιθεωρητή σχετικά με τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και καθορίζονται οι συμβατικές υποχρεώσεις του επιθεωρητή και του ιδιοκτήτη. Ο επιθεωρητής ενημερώνει τον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή για τις πληροφορίες που απαιτούνται για τη διενέργεια της επιθεώρησης (π.χ. σχέδια του κτιρίου ως έχει, μελέτη μόνωσης (εάν υπάρχει), σχέδια εγκατάστασης Η/Μ εγκαταστάσεων, πιστοποιητικά υλικών και δελτία αποστολής). Επιπλέον, διασφαλίζει ότι οι εσωτερικοί δημόσιοι και ιδιωτικοί χώροι είναι προσβάσιμοι για την επιθεώρηση.

Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου: Με επίσκεψη στην ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Ενεργειακών Επιθεωρητών του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (www.buildingcert.gr), ο επιθεωρητής καταγράφει τα ουσιαστικά στοιχεία του ακινήτου που χρήζει επιθεώρησης. Στη συνέχεια, ο επιθεωρητής λαμβάνει αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.ΕΠ.Ε.Ν σε ηλεκτρονική μορφή. Σε όλη τη διάρκεια της διαδικασίας του ελέγχου, ο αριθμός αυτός πρωτοκόλλου χρησιμοποιείται και συνοδεύει όλα τα σχετικά έγγραφα που υποβάλλονται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.ΕΠ.Ε.Ν. Με την ολοκλήρωση παρέχεται στον ιδιοκτήτη του ακινήτου ο αριθμός πρωτοκόλλου και τα σχετικά έγγραφα.

Προετοιμασία Ενεργειακής Επιθεώρησης-Συλλογή Στοιχείων Κτιρίου: Σε αυτό το στάδιο, συλλέγονται και παρέχονται στον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τον εξοπλισμό του κτιρίου (μελέτες και αρχιτεκτονικά σχέδια ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά σχέδια, λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος κ.λπ.). Η προετοιμασία για την ενεργειακή επιθεώρηση περιλαμβάνει επίσης την ενημέρωση του επιθεωρητή για τυχόν ειδικές ανάγκες των χρηστών του κτιρίου σχέδια συντήρησης και ανακαίνισης, προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κ.λπ.

Επιθεώρηση Κτιρίου: Κατά τη διάρκεια των επιθεωρήσεων κτιρίων, συλλέγονται λεπτομερή στοιχεία για το επιθεωρούμενο κτίριο και υποβάλλονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. από τον ενεργειακό επιθεωρητή κατά τη διάρκεια επιτόπιας επίσκεψης μαζί με τη σχετική έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης. Ειδικά σε κτίρια με μεγάλες επιφάνειες ή πολύπλοκο εξοπλισμό, οι επιθεωρητές μπορούν να χρησιμοποιούν κατάλληλο εξοπλισμό για τη μέτρηση συγκεκριμένων ποσοτήτων.

Υπολογισμοί & Ανάλυση Αποτελεσμάτων: Το λογισμικό ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύχθηκε από την Κ.ΕΝ.Α.Κ. και το αντίστοιχο ΤΕΕ και διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.). Με την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση υπολογισμών, προσδιορίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²/έτος) του υπό εξέταση κτιρίου και συγκρίνεται με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς, για την κατάταξη του υπό εξέταση κτιρίου σε ενεργειακές κατηγορίες. Στη συνέχεια, ο επιθεωρητής πρέπει να προτείνει εναλλακτικά σενάρια για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών. Στην περίπτωση νέων κτιρίων ή ανακαινίσεων, οι επιθεωρητές πρέπει επίσης να ελέγχουν αν η μελέτη

ενεργειακής απόδοσης εκτελέστηκε πιστά κατά την κατασκευή του κτιρίου. Για παράδειγμα, η ποσότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν (από το δελτίο αποστολής) και η ποιότητά τους (από τα πιστοποιητικά που επισυνάπτονται στα υλικά) θα πρέπει να ελέγχονται σε σχέση με τα προβλεπόμενα στη μελέτη.

Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (Π.Ε.Α.): Μόλις ολοκληρωθούν οι υπολογισμοί, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά ένα αρχείο δεδομένων (xml) στην Ε.Υ.Ε.Π.ΕΝ., το οποίο καταχωρείται, επίσης ηλεκτρονικά, στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή του κτιρίου.

Συλλογή στοιχείων κτιρίου:

Η προετοιμασία για ενεργειακό έλεγχο κτιρίων πραγματοποιείται κυρίως σε μεγαλύτερα κτίρια, όπου οι επιθεωρητές πρέπει να συλλέξουν πολλά δεδομένα και τεχνικές προδιαγραφές για τα συστήματα και τον εξοπλισμό του κτιρίου, καθώς και μια συνολική εικόνα της λειτουργίας και της κατάστασης του υπό επιθεώρηση κτιρίου. Παράλληλα, ο ιδιοκτήτης/ διαχειριστής ή ο τεχνικός επόπτης πρέπει να ενημερωθεί λεπτομερώς από τον επιθεωρητή για το σκοπό της ενεργειακής επιθεώρησης, τη διαδικασία επιθεώρησης του κτιρίου και τη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου που θα εφαρμοστεί κατά την ενεργειακή επιθεώρηση. Σκοπός των συναντήσεων αυτών είναι να συγκεντρωθούν και να δοθούν στον επιθεωρητή όλα τα απαραίτητα στοιχεία και πληροφορίες για το επιθεωρούμενο κτίριο, όπως έχει ήδη συμφωνηθεί κατά την ανάθεση της επιθεώρησης, όπως:

- Μελέτες, σχέδια και δεδομένα για τις εγκαταστάσεις του κτιρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θερμομόνωσης, μελέτη διαστασιολόγησης Η/Μ συστημάτων, αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, κ.τ.λ.).
- Τυχόν διαθέσιμες μετρήσεις (π.χ. καταναλώσεις ενέργειας ανά χρήση), μέσω συστημάτων ελέγχου ή από λογαριασμούς ρεύματος, κ.α.
- Δεδομένα για τις διαδικασίες συντήρησης και ελέγχου των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και τη συχνότητα διενέργειάς τους (σχετικά φύλλα ελέγχου).
- Η διατύπωση των αναγκών ή και των επιθυμιών του ιδιοκτήτη/ διαχειριστή σχετικά με τη λειτουργία του κτιρίου με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και των συνθηκών άνεσης. Συγκεκριμένα, ο ιδιοκτήτης/ διαχειριστής μπορεί να έχει ήδη εντοπίσει τις ανάγκες και τα προβλήματα λειτουργίας που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, στα οποία ο επιθεωρητής μπορεί να υποδείξει κατάλληλους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ως παράδειγμα αναφέρονται προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος (υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων, εμφάνιση υγρασίας, οσμές κ.τ.λ.) που μπορεί να προέρχονται από την κακή λειτουργία των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου.
- Σχέδια ανακαίνισης ή επέκτασης των κτιριακών εγκαταστάσεων περιλαμβανομένης και της εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής και άλλων τεχνολογιών υψηλής απόδοσης.

Η βασική διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι η επί τόπου επίσκεψη του επιθεωρητή και η επιθεώρηση των κτιριακών εγκαταστάσεων για την καταγραφή και διασταύρωση των στοιχείων που έχουν διατεθεί από τον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση συμπληρώνονται τα τυποποιημένα έντυπα Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου που καθορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και περιλαμβάνουν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

άλλα στοιχεία των κτιριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που καταγράφονται για στατιστικούς λόγους και περαιτέρω αξιοποίηση από την Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., εκτός από τα τυποποιημένα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου, περιλαμβάνει και τις σχετικές οδηγίες για τη συγκέντρωση και επαλήθευση των απαιτούμενων δεδομένων. Μέρος των στοιχείων που καταγράφονται στα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από το υλικό και τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά το στάδιο προετοιμασίας της επιθεώρησης.

Ο βασικός μετρητικός εξοπλισμός που μπορεί να χρησιμοποιείται από τον ενεργειακή επιθεωρητή, σχετίζεται με τα εξής στοιχεία:

- Τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτηρίου (ύψους, διαστάσεων ανοιγμάτων, προβόλων, κ.τ.λ.).
- Τον ποιοτικό έλεγχο της κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτηρίου και κυρίως όσων σχετίζονται με την εφαρμογή της θερμομόνωσης (θερμογράφηση).
- Την κατανάλωση ενέργειας των Η/Μ συστημάτων (για τη θέρμανση, ψύξη & κλιματισμό χώρων, την παροχή ζεστού νερού χρήσης, το φωτισμό, κ.ά.).
- Την ένταση και την τάση ηλεκτρικού ρεύματος, την απορροφούμενη ηλεκτρική ή θερμική ισχύ, το συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.ά.) (μέτρηση ποιότητας ισχύος).
- Τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού (λουξόμετρα).
- Τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων, όπως θερμοκρασίας, υγρασίας, κυκλοφορίας αέρα κ.ά. με τη χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού στιγμιαίας μέτρησης ή εξοπλισμού καταγραφής διάρκειας.

Οι συσκευές μέτρησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μέτρηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου (π.χ. ύψος, διαστάσεις ανοιγμάτων, προεξοχές), τον έλεγχο της ποιότητας κατασκευής των δομικών υλικών (π.χ. μόνωση, θερμοκρασία επιφάνειας), την κατανάλωση ενέργειας των συστημάτων Η/Μ (π.χ. θέρμανση χώρων, ψύξη, κλιματισμός, θέρμανση νερού, φωτισμός), την ένταση και την τάση του ρεύματος, την απορρόφηση ηλεκτρικής ή θερμικής ισχύος, τον συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ισχύος (αρμονικά κύματα, κ.λπ.), ένταση φωτισμού και απορρόφηση ισχύος των συστημάτων φωτισμού, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των συνθηκών σε εσωτερικούς χώρους (π.χ. θέρμανση, ψύξη, κλιματισμός, θέρμανση νερού, φωτισμός).

Επεξεργασία Δεδομένων Κτιρίου – Συμπλήρωση Εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης

Ο επιθεωρητής επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα και τις πληροφορίες από όλο το κτίριο και συμπληρώνει το τυποποιημένο έντυπο. Τα κύρια βήματα για τη συμπλήρωση του εντύπου ενεργειακής επιθεώρησης είναι τα εξής:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.
- Ο προσδιορισμός των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου ή/ και των θερμικών ζωνών του όπως, θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.α.
- Ο προσδιορισμός των εσωτερικών κερδών (άτομα, μηχανήματα/ συσκευές), ανάλογα την χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- Η καταγραφή ή αποτύπωση της γεωμετρίας του κτιρίου (επαλήθευση σχεδίων).
- Η καταγραφή της ποιότητας κατασκευής και των θερμοφυσικών ιδιοτήτων & τεχνικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιρίου, διαφανών και αδιαφανών.

- Ο προσδιορισμός της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων, ανάλογα με τον τύπο ανοιγμάτων που διαθέτει το κτίριο.
- Η καταγραφή των συστημάτων και δομικών στοιχείων σκιασμού (ηλιοπροστασία), καθώς και της μορφολογίας και τεχνητών εμποδίων του περιβάλλοντα χώρου.
- Η καταγραφή του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου.
- Η καταγραφή του συστήματος ψύξης.
- Η καταγραφή του συστήματος μηχανικού αερισμού.
- Η καταγραφή του συστήματος ύγρανσης.
- Η καταγραφή του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.
- Η καταγραφή του συστήματος φωτισμού.
- Η καταγραφή διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου.
- Η καταγραφή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), τα οποία μπορεί και να είναι συμπληρωματικά ή/ και συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.
- Η καταγραφή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά), τα οποία μπορεί και να είναι συμπληρωματικά συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.
- Η καταγραφή των προγραμματισμένων και μη επεμβάσεων που πρέπει να γίνουν στο κτίριο για την ενεργειακή του αναβάθμιση.

Για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, το κτίριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε περιοχές με παρόμοιες χρήσεις, το ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/ και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για τη διαίρεση ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστώνται οι ακόλουθοι γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
- Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο πρέπει να θεωρείται ως ενιαία θερμική ζώνη ή, κατά περίπτωση, να χωρίζεται σε πολλαπλές θερμικές ζώνες. Εάν το κτίριο διαιρείται σε πολλές θερμικές ζώνες, μπορούν να διεξαχθούν δοκιμές ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, με ή χωρίς να ληφθεί υπόψη η θερμική σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών. Η θερμική σύζευξη μεταξύ των ζωνών αυξάνει σημαντικά την εισαγωγή δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου και τον χρόνο υπολογισμού, αλλά δεν βελτιώνει σημαντικά την ακρίβεια των αποτελεσμάτων, οπότε είναι προτιμότερο να εκτελούνται οι υπολογισμοί χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η θερμική σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου είναι οι εξής:

- Η χρονική περίοδος και ωράριο λειτουργίας κτιρίου,
- Η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου για τη θερινή και χειμερινή περίοδο,
- Η επιθυμητή υγρασία του χώρου για τη θερινή και χειμερινή περίοδο,
- Ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου,
- Η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου,
- Η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτιρίου.

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου είναι από τις πιο βασικές παραμέτρους που εισάγονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει τα απαιτούμενα γεωμετρικά δεδομένα του κτιρίου με βάση τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου. Σε περίπτωση απόκλισης των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου από τα σχέδια ή έλλειψης αρχιτεκτονικών σχεδίων, ο επιθεωρητής έχει δύο εναλλακτικές λύσεις:

- Να κάνει αποτύπωση των αποκλίσεων των γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου πάνω στα υφιστάμενα αρχιτεκτονικά σχέδια, με την προϋπόθεση ότι το κτίριο είναι μικρής επιφάνειας και η αποτύπωση των αποκλίσεων μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην εκτίμηση των γεωμετρικών δεδομένων που απαιτούνται. Σε καμία περίπτωση, ο επιθεωρητής δεν είναι υποχρεωμένος να κάνει την αποτύπωση αυτή.
- Να ζητήσει από τον ιδιοκτήτη/ διαχειριστή ή τον τεχνικό υπεύθυνο του κτιρίου την ακριβή αποτύπωση των κτιριακών εγκαταστάσεων σε νέα αρχιτεκτονικά σχέδια πριν τη διεξαγωγή της επιθεώρησης του κτιρίου. Η αποτύπωση και σύνταξη των νέων σχεδίων θα πρέπει να γίνει από αρμόδιο μηχανικό σύμφωνα με τα όσα ορίζει η νομοθεσία. Σε περίπτωση που υπάρχουν αντίγραφα σχεδίων στην αρμόδια πολεοδομία, ο ιδιοκτήτης/ διαχειριστής μπορεί να ζητήσει αντίγραφα και να τα προσκομίσει για την επιθεώρηση.

Κατά την καταγραφή των γεωμετρικών παραμέτρων του κτιρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης θα πρέπει να εφαρμόζονται τα εξής:

- Έλεγχος των αρχιτεκτονικών σχεδίων και καταγραφή στα έντυπα επιθεώρησης όλων των απαραίτητων γεωμετρικών δεδομένων του κτιρίου.
- Επιβεβαίωση των γεωμετρικών δεδομένων κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης. Σε περίπτωση επέκτασης ή τροποποίησης των χώρων (π.χ. ημιυπαίθριοι χώροι) σε σχέση με τα κατασκευαστικά σχέδια, ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πραγματικά δεδομένα του κτιρίου που παρατηρεί και όχι των σχεδίων.
- Εκτίμηση των γεωμετρικών μεγεθών των δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη του κτιρίου, όπως τις έχει καθορίσει ο επιθεωρητής προς διευκόλυνση των υπολογισμών

Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων κτιρίου: Τα τεχνικά και θερμοφυσικά χαρακτηριστικά καταγράφονται για όλα τα δομικά στοιχεία των εξωτερικών επιφανειών που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (εξωτερικός αέρας ή έδαφος) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, τις επιφάνειες διαχωρισμού με μη θερμαινόμενους ή/και ηλιοθερμικούς χώρους και τις εξωτερικές επιφάνειες μη θερμαινόμενων ή/ και ηλιοθερμικών χώρων.

Αεροστεγανότητα κτιρίου: Η αεροστεγανότητα ενός κτιρίου εξαρτάται από τον τύπο του παραθύρου (ανοιγόμενο, συρόμενο με επικάλυψη, συρόμενο με εσοχή), την ποιότητα της σχισμής στο άνοιγμα (με ή χωρίς ψύκτρα), τη συναρμογή παραθύρου και τοιχοποιίας, τον τύπο του πλαισίου (μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο), την επιφάνεια και τον προσανατολισμό του παραθύρου, καθώς και από τυχόν ανοίγματα εξαερισμού που μπορεί να υπάρχουν στο κτίριο (όπως θάλαμοι καύσης). Ο ακούσιος αερισμός που προκαλείται από τη διείσδυση αέρα, όπως

περιγράφεται παραπάνω, δεν μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα, καθώς εξαρτάται από πολλά στοιχεία. Στην πράξη, χρησιμοποιούνται διάφορες εμπειρικές παραμετρικές σχέσεις για τον υπολογισμό της διείσδυσης αέρα. Η μέτρηση της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός ενεργειακού ελέγχου δεν είναι εύκολη. Ωστόσο, ακόμη και αν πιστοποιηθεί η αεροστεγανότητα των παραθύρων και των θυρών, η ποσότητα της διείσδυσης αέρα δεν μπορεί να προσδιοριστεί, καθώς εξαρτάται από την τελική θέση των παραθύρων και των θυρών στο κέλυφος του κτιρίου, τη δυνατότητα αερισμού κ.λπ.

Συστήματα σκιασμού:

Για τον βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων πρέπει να εξασφαλίζεται το φως της ημέρας το χειμώνα και η ηλιακή σκίαση το καλοκαίρι. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να μειωθεί η ζήτηση θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, αντίστοιχα. Η σκίαση των επιφανειών του κτιρίου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης μέσω εποχιακών συντελεστών σκίασης (χειμώνας, καλοκαίρι). Υπάρχουν τρεις βασικοί συντελεστές σκίασης επιφανειών:

- Ο συντελεστής σκίασης λόγω περιβάλλοντα χώρου, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του γειτονικού εμποδίου.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του οριζόντιου σταθερού σκιάστρου (πρόβολος, τέντα, κ.τ.λ.).
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω των πλευρικών εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης της πλευρικής προεξοχής.

Μόνο οι σταθερές συσκευές, οι εξωτερικές περσίδες και οι τέντες, όπου το κτίριο έχει επιφάνεια, θεωρούνται εξωτερικές σκιάσεις. Ειδικά στην τελευταία περίπτωση, ο συντελεστής σκίασης ισχύει μόνο κατά την περίοδο ψύξης. Οι εσωτερικές περσίδες και τα προστατευτικά φύλλα στα ανοίγματα δεν λαμβάνονται υπόψη για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης.

Σύστημα θέρμανσης χώρων: Ως σύστημα θέρμανσης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει θερμική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δε διαθέτει σύστημα θέρμανσης για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι θερμαίνεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής θερμότητας: κεντρικά συστήματα παραγωγής θερμότητας όπως λέβητες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής θερμότητας όπως αερίου, ηλεκτρικά σώματα, τοπικές αντλίες θερμότητας, κ.τ.λ.
- Δίκτυο διανομής θερμότητας: οι σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής θερμότητας: θερμαντικά σώματα, στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας (π.χ. για λέβητα, αντλία θερμότητας (COP), εστίες καύσης, κ.α.), το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων, το ποσοστό του θερμικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής θέρμανσης, ενώ συνυπολογίζεται και η ενδεχόμενη χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση των χώρων.

Συστήματα ψύξης χώρων: Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτίριο. Σε περίπτωση που ένα κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης θεωρείται ότι ψύχεται σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη ψύξης χώρων, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης χώρων και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς. Το σύστημα ψύξης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδες παραγωγής ψύξης: κεντρικά συστήματα παραγωγής ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής ψύξης (τοπικές αντλίες θερμότητας).
- Δίκτυο διανομής ψύξης: οι σωληνώσεις μεταφοράς ψυχρού μέσου (νερό, κ.ά.), αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα, κ.τ.λ.
- Μονάδες εκπομπής ψύξης: στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επιτοίχιο σύστημα κ.τ.λ.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, από τη μονάδα παραγωγής ψύξης, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το δείκτη ενεργειακής απόδοσης της μονάδας, το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων ψύξης, το ποσοστό του ψυκτικού φορτίου για το κτίριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης.

Συστήματα μηχανικού αερισμού: Τα συστήματα μηχανικού εξαερισμού είναι αυτόνομα συστήματα τοπικού ή κεντρικού εξαερισμού (παροχή φρέσκου αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από το φιλτράρισμα του αέρα) ή / και εξαερισμού (απαγωγή και απόρριψη του αέρα του χώρου) ή/ και εξαερισμού με κεντρική μονάδα κλιματισμού (Κ.Κ.Μ) χειρισμού του αέρα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση και φιλτράρισμα του αέρα). Μπορεί να είναι μέρος ενός δικτύου, δηλαδή πλήρης κλιματισμός και παροχή φρέσκου αέρα που απαιτείται για ένα δωμάτιο ή μια θερμική ζώνη. Ο αερισμός του κτιρίου (ελεγχόμενος φυσικός αερισμός, μηχανικός αερισμός, μη ελεγχόμενος αερισμός με ρωγμές) είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει το φορτίο θέρμανσης και ψύξης και συνεπώς την τελική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, τρεις τύποι αερισμού λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό του φορτίου θέρμανσης και ψύξης μιας θερμικής ζώνης (ή ενός ολόκληρου κτιρίου).

Σύστημα ύγρανσης χώρων: Τα συστήματα ύγρανσης κτιρίων ή θερμικών ζωνών, σε συνδυασμό με τα συστήματα μηχανικού αερισμού, καλύπτουν τις ανάγκες ύγρανσης του εσωτερικού αέρα. Η ανάγκη ύγρανσης του αέρα στους χώρους ενός κτιρίου προκύπτει από τη σχέση μεταξύ της υγρασίας του αέρα στην περιοχή που βρίσκεται το κτίριο και των επιθυμητών συνθηκών υγρασίας εσωτερικού χώρου. Η επιθεώρηση καταγράφει το σύστημα παραγωγής υγρασίας, το οποίο είναι είτε μια κεντρική μονάδα παραγωγής υδρατμών είτε, συνηθέστερα, ένα τοπικό σύστημα ψεκασμού με παραγωγή υδρατμών με ηλεκτρική αντίσταση.

Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – Ζ.Ν.Χ.: Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου καταγράφονται τα δεδομένα του ηλιοθερμικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εφόσον υφίσταται), σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην σχετική μελέτη και ακολουθεί επιβεβαίωση των δεδομένων από τον επιθεωρητή. Αν δεν υπάρχει μελέτη για τα ηλιοθερμικά συστήματα ενός κτιρίου, τότε ο επιθεωρητής καταγράφει όσα από τα τεχνικά

χαρακτηριστικά του ηλιοθερμικού συστήματος είναι διαθέσιμα και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς.

Σύστημα Φωτισμού: Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου (που δεν χρησιμοποιείται ως κατοικία), οι εγκαταστάσεις φωτισμού πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τόσο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (εξαιρουμένων των κατοικιών) όσο και της συμβολή τους στο εσωτερικό θερμικό φορτίο του κτιρίου. Ο επιθεωρητής πρέπει να καταγράφει όλες τις εγκαταστάσεις γενικού φωτισμού στις εγκαταστάσεις ιδίως τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, για χρήση στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης.

Διατάξεις αυτομάτου ελέγχου: Η χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS) μειώνει την τελική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου, της οποίας ο ακριβής προσδιορισμός είναι αρκετά πολύπλοκος, γιατί υπεισέρχονται πολλές παράμετροι. Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τη μέχρι σήμερα πρακτική, ανάλογα με τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που διαθέτει ένα κτίριο, κατατάσσεται σε μια από τις κατηγορίες Α, Β, Γ ή Δ. Για να καταταχθεί ένα κτίριο σε μια από τις κατηγορίες αυτές, θα πρέπει να διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτοματισμών (τοπικές ή κεντρικές) που αντιστοιχούν στην κατηγορία αυτή, αλλιώς κατατάσσεται στην αμέσως χαμηλότερη. Η κατηγορία του κτιρίου σε σχέση με τις διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που διαθέτει προσδιορίζεται από τον επιθεωρητή με την εξακρίβωση ύπαρξης και σωστής λειτουργίας των διατάξεων αυτών.

Συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας – Σ.Η.Θ.:

Προκειμένου να προσδιοριστεί η συνεισφορά ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) σε ένα κτίριο, κατά τους υπολογισμούς χρησιμοποιούνται διάφορα δεδομένα, τα οποία προσδιορίζονται από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή εάν υπάρχουν. Τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Η κατανάλωση καυσίμου του συστήματος,
- Ο ονομαστικός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος,
- Ο ονομαστικός θερμικός βαθμός απόδοσης του συστήματος,
- Το ποσοστό και το είδος θερμικού φορτίου (θέρμανση χώρων, Ζ.Ν.Χ.) που καλύπτει το Σ.Η.Θ..

Συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας – Α.Π.Ε.: Η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.), μειώνει την κατανάλωση συμβατικής ενέργειας στο κτίριο. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση καταγράφονται όλα τα δεδομένα των συστημάτων Α.Π.Ε. που υπάρχουν στο κτίριο και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς. Συγκεκριμένα για τους ηλιακούς συλλέκτες, τα απαιτούμενα δεδομένα είναι:

- Ο τύπος ηλιακών συλλεκτών: επίπεδοι με μονό ή διπλό τζάμι, κενού, κ.ά.
- Ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας του ηλιακού συλλέκτη.
- Η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Το ποσοστό και το είδος (θέρμανση χώρων, Ζ.Ν.Χ.) θερμικού φορτίου που καλύπτουν οι ηλιακοί συλλέκτες.

Υπολογισμοί και Ανάλυση Αποτελεσμάτων:

Το τέταρτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαδικασία υπολογισμών για την ενεργειακή κατάταξη και πιστοποίηση του κτιρίου, καθώς και ο προσδιορισμός των βέλτιστων

επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου. Το λογισμικό, μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων της επιθεώρησης, παρέχει τη δυνατότητα διαδικτυακής σύνδεσης μέσω εξαγωγίμου αρχείου μορφής xml. Με τον τρόπο αυτό, ο επιθεωρητής με τη χρήση του αριθμού μητρώου του και του αριθμού πρωτοκόλλου επιθεώρησης, στέλνει απ' ευθείας τα αρχεία με τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών στο πληροφοριακό σύστημα που τηρείται από την Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα καταχωρούνται αυτόματα στη βάση δεδομένων. Βάσει των τελικών αποτελεσμάτων εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης Π.Ε.Α. του κτιρίου, το οποίο αποστέλλεται στον επιθεωρητή μέσω πάντα της ανοικτής διαδικτυακής σύνδεσης.

Υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου:

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου γίνονται με λογισμικό, το οποίο έχει δημιουργηθεί βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.ΕΝ.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τεχνικής Οδηγίας του Τ.Ε.Ε. (Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης). Η τεχνική οδηγία αυτή κατευθύνει διεξοδικά τον επιθεωρητή για τις παραμέτρους που θα χρησιμοποιήσει κατά τους υπολογισμούς, ανάλογα με τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά των κτιριακών εγκαταστάσεων που κατέγραψε. Για την υπολογιστική διαδικασία επισημαίνονται τα εξής. Η ακρίβεια των υπολογισμών επηρεάζεται από την ακρίβεια των δεδομένων που εισάγονται. Απαιτείται λοιπόν να εισάγονται τα δεδομένα όπως έχουν αποτυπωθεί κατά τη διαδικασία επιθεώρησης στο σχετικό έντυπο. Επίσης, χρειάζεται προσοχή κατά τη χρήση μεθόδων/ τεχνικών, όπως ο καθορισμός θερμικών ζωνών για τους υπολογισμούς.

Η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου: Η ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου προσδιορίζεται, ως ποσοστό της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Το κτήριο αναφοράς κατατάσσεται εξ' ορισμού στην ενεργειακή κατηγορία Β. Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων (Α+ έως Η) και τα όρια παρουσιάζονται στην κλίμακα ενεργειακής κατάταξης.

Αποτελέσματα Υπολογισμών: Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μεταξύ άλλων θα περιλαμβάνουν:

- Την ειδική τελική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας εννοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτιρίου [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].
- Την ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, κ.ά.) και το είδος καυσίμου ανά χρήση [$\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].
- Τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου [$\text{kgCO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{έτος})$].

Εντοπισμός προβλημάτων και επιλογή επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης:

Από τα αποτελέσματα των ενεργειακών απαιτήσεων και της τελικής κατανάλωσης ενέργειας που διεξάγονται από τους υπολογισμούς με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού ο επιθεωρητής έχει πλέον μια γενική άποψη για την κατάσταση του κτηρίου. Δύναται, λοιπόν, να εντοπίσει πού υστερεί το κτήριο και σε ποιους τομείς πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Αρχικά ελέγχεται η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου και κατά πόσο υπερβαίνει την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{έτος}$). Τα αποτελέσματα των ενεργειακών αναγκών (απαιτήσεων) για θέρμανση και ψύξη του κτηρίου, συγκρινόμενα πάντα με τα αντίστοιχα του κτηρίου αναφοράς, δίνουν μια πρώτη εικόνα για την κατάσταση του κτηριακού κελύφους.

Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου – Π.Ε.Α.: Η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης είναι το τελευταίο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης. Η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, καθώς επίσης και για τα υφιστάμενα κτίρια σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης. Η τελική μορφή του Π.Ε.Α. δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, στην οποία παρουσιάζονται και οι οδηγίες σύνταξης για τον επιθεωρητή. Το Π.Ε.Α. εκδίδεται μετά την εισαγωγή του αρχείου δεδομένων και αποτελεσμάτων από τον επιθεωρητή και την οριστική του υποβολή στην Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., επιστρέφει δε ηλεκτρονικά (υπό μορφή αρχείου PDF) στον επιθεωρητή, ο οποίος υποχρεούται να δώσει υπογεγραμμένο και σφραγισμένο αντίγραφο στον ιδιοκτήτη του κτιρίου. Το Π.Ε.Α. ισχύει για δέκα χρόνια, εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου πριν παρέλθει η δεκαετία, οπότε η ισχύς του λήγει με το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και πρέπει να εκδοθεί νέο. Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση Π.Ε.Α. θα πρέπει να ελέγχεται εάν το κτίριο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης. Σε περίπτωση διαπίστωσης μη τήρησης της μελέτης, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/ διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να συμμορφωθεί εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α., εφαρμόζοντας μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή, που αναφέρονται στο Π.Ε.Α. Σε περίπτωση που το Π.Ε.Α. εκδίδεται μετά την υλοποίηση επεμβάσεων στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/ και κοινοτικούς πόρους, όπως το πρόγραμμα εξοικονομώ κατ'οίκον, ο Ενεργειακός Επιθεωρητής καταγράφει αναλυτικά και διακριτά τις υλοποιημένες επεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παρόντος Κανονισμού και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη από τις επεμβάσεις ενέργεια.

4.4 Μελέτη περίπτωσης

4.4.1 Γενική περιγραφή διαμερίσματος

Το παρόν αφορά δεδομένα και υπολογισμούς στο πλαίσιο διεξαγωγής ενεργειακής επιθεώρησης που γίνεται για την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αφορά στη έκδοση Π.Ε.Α. για κτίριο που έχει κύρια χρήση κατοικίας. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο το **1953** στην περιοχή του Ψυχικού, Αθήνα, στην κλιματική ζώνη Β με χρήση ως Πολυκατοικία. Το διαμέρισμα της μελέτης είναι συνολικής και ωφέλιμης επιφάνειας (131.6 m²) αποτελείται από 3Υ/Δ, σαλόνι και κουζίνα. Το κτίσμα βρίσκεται σε εντός σχεδίου περιοχή, είναι σε οικόπεδο άρτιο και οικοδομήσιμο κατά κανόνα και δεν εμπίπτει στις απαγορευτικές περιπτώσεις του άρθρου 1 της Υ.Α. με Αριθμ.ΥΠΕΝ/ΔΑΟΚΑ/43266/1174 (Φ.Ε.Κ. 1843/Β/13-05-2020), με την επιφύλαξη εξαίρεσης αυτού από άλλες διατάξεις.

Οι εργασίες που πρόκειται να εκτελεστούν πληρούν τις ισχύουσες πολεοδομικές διατάξεις και κανονισμούς. Το κτίριο εμπίπτει στις περιπτώσεις του άρθρου 2 της Υ.Α. με Αριθμ.ΥΠΕΝ/ΔΑΟΚΑ/43266/1174 (Φ.Ε.Κ. 1843/Β/13-05-2020), στις οποίες επιτρέπεται η εκτέλεση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας. Το κτίριο είναι νομίμως υφιστάμενο, όπως ορίζεται στην παρ. 1 του άρθρου 23 του ν. 4067/2012 (ΦΕΚ 79 Α'). Το υφιστάμενο κτήριο σύμφωνα με την μελέτη της ενεργειακής επιθεώρησης κατατάσσεται αρχικά στην ενεργειακή απόδοση τάξης Ζ, κτίριο κατασκευασμένο πριν το 1980 χωρίς θερμομόνωση και με τοίχους από αργολιθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο όψεις. Δοκοί υποστυλώματα και στοιχεία < 80 cm επιχρισμένα και από τις δύο όψεις. Έχει συνολικά 11 παράθυρα με τζαμιά μόνα και ξύλινα πλαίσια, δύο μπαλκονόπορτες και μία πόρτα επίσης με ξύλινα κουφώματα, με κεντρική θέρμανση πετρελαίου

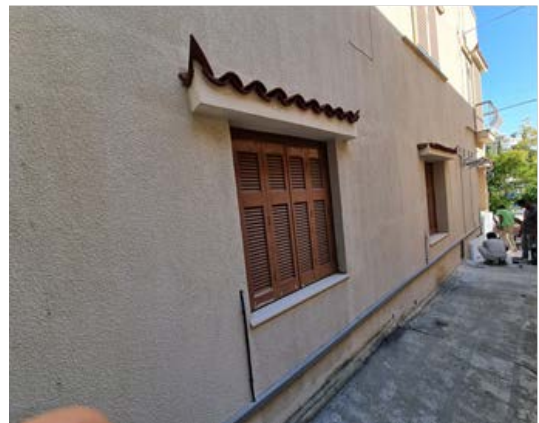
μέσω καλοριφέρ και κυκλοφορητή και 3 παλιά κλιματιστικά με την κατώτατη ενεργειακή απόδοση. Περιμετρικά του κτίσματος όλοι οι τοίχοι έχουν επαφή με αέρα.

4.4.2 Προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν

- 1) Κάλυψη θέρμανσης κι αυτονομίας του χώρου.
- 2) Κάλυψη ψύξης τους θερμούς μήνες με την ανώτερη ενεργειακή απόδοση.
- 3) Εκμηδενισμός των απωλειών λόγω παλιών κουφωμάτων.
- 4) Κάλυψη κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση φωτισμό και ψύξη με Α.Π.Ε.
- 5) Ενίσχυση των χωρίς θερμομόνωση τοίχων.
- 6) Παροχή Ζ.Ν.Χ. με Α.Π.Ε.
- 7) Σκίαση του διαμερίσματος.

4.4.3 Σύγκριση πριν & μετά την ενεργειακή αναβάθμιση

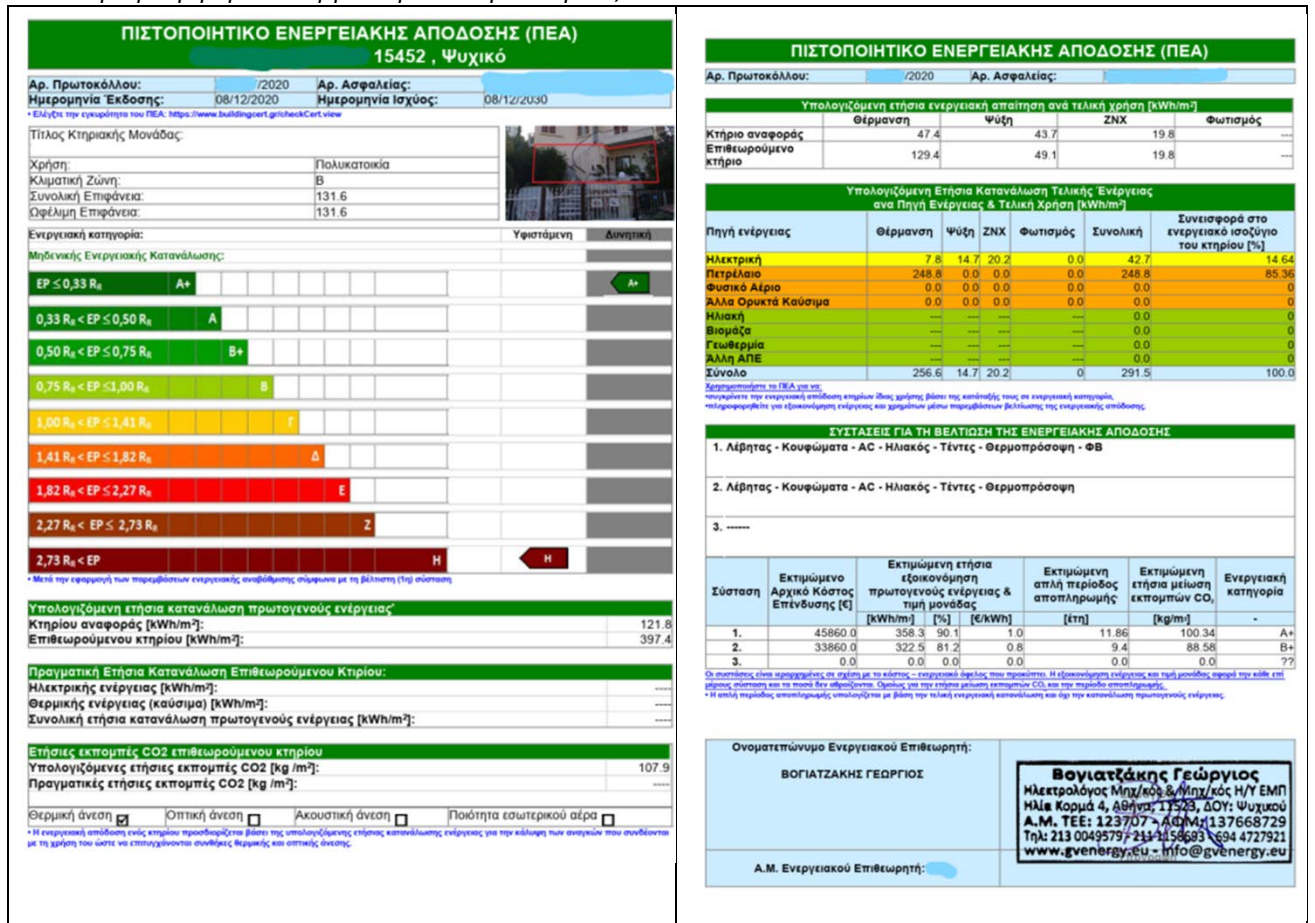
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ



ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ



Εικόνα 4.5: Μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης με το πρόγραμμα Εξοικονομώ Αυτονομώ, φωτογραφίες πριν και μετά, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.



Εικόνα 4.6: Π.Ε.Α. μετά τις αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν, η ενεργειακή απόδοση από Η κλάση πήγε στην Α κλάση, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.



Εικόνα 4.7: Βίντεο με απεικόνιση από ψηλά των φωτοβολταϊκών πάνελ που προστέθηκαν στο κτήριο αναφοράς, φωτογραφίες αρχείου ευγενική προσφορά του τεχνικού γραφείου GVenergy – Γιώργος Βογιατζάκης – Ηλεκτρολόγος Μηχανικός.

4.4.4 Αναλυτική καταγραφή παρεμβάσεων

Καταγραφή στοιχείων από τον ενεργειακό επιθεωρητή:

α. Το μεμονωμένο διαμέρισμα έχει ωφέλιμη επιφάνεια 131.60 m², και φέρει: Οικοδομική άδεια / Νομιμοποιητικό έγγραφο.

β. Με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις θα επιτευχθεί ενεργειακή αναβάθμιση, τουλάχιστον κατά τρεις (3) κατηγορίες κατάταξης, δηλαδή από υφιστάμενη κατηγορία Η σε Α+ (δεν απαιτείται η συμπλήρωση σε αίτηση πολυκατοικίας τύπου Β).

Η υπολογιζόμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι:

1. 358.30 (kWh/m²) (συμπληρώνεται η τιμή της 1ης πρότασης του Π.Ε.Α.),
2. 322.50 (kWh/m²) (σε περίπτωση που η 1η πρόταση του Π.Ε.Α., περιλαμβάνει την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού συστήματος, συμπληρώνεται η τιμή της 2ης πρότασης του Π.Ε.Α., η οποία πρέπει να είναι ίδια με την 1η, εξαιρώντας όμως από τους υπολογισμούς την εγκατάσταση του Φωτοβολταϊκού συστήματος).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Έντυπο Πρότασης Παρεμβάσεων

Βάσει της 1ης Ενεργειακής Επιθεώρησης (Π.Ε.Α. / 2020)

ΑΝΑΛΥΣΗ / ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ με καταγραφή των τεχνικών και ενεργειακών χαρακτηριστικών των υλικών και των συστημάτων, βάσει του ΠΕΑ 218437/2020

Α. Παρεμβάσεις που λαμβάνονται υπόψη στην ενεργειακή κατάταξη (1)

- 1) Εγκατάσταση 19 τ.μ. παραθύρων με 10 cm πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα 4 - 20 - 4 με συνολικό (προ νυχτερινής μόνωσης) συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο του 2.
- 2) Εγκατάσταση 6 τ.μ. εξωστοθυρών με 10 cm πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα 4 - 20 - 4 με συνολικό (προ νυχτερινής μόνωσης) συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο του 2.
- 3) Εγκατάσταση 25 τ.μ. εξωτερικών προστατευτικών φύλλων (ρολών).
- 4) Θερμοπρόσοψη 200 τ.μ. στους εξωτερικούς τοίχους με 7cm EPS 80 ($\lambda = 0.036 / R = 1.94$) και επικάλυψη με επίχρισμα.
- 5) Εγκατάσταση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου λειτουργίας συστήματος θέρμανσης (σύστημα αντιστάθμισης και θερμοστατικές κεφαλές σε όλα τα σώματα).
- 6) Εγκατάσταση επιτοίχιου λέβητα Φ.Α. συμπύκνωσης ισχύος 24 kW με εποχικό βαθμό απόδοσης 0.94.
- 7) Εγκατάσταση 2 τμχ αντλίας θερμότητας αέρα – αέρα διαιρούμενου τύπου (split unit) για θέρμανση/ ψύξη χώρου με ισχύ σχεδιασμού P=2.7 και βαθμό απόδοσης SCOP μέσης ζώνης ίσο με 4.6 και SEER ίσο με 8.5.
- 8) Εγκατάσταση 1 τμχ αντλίας θερμότητας αέρα – αέρα διαιρούμενου τύπου (split unit) για θέρμανση/ ψύξη χώρου με ισχύ σχεδιασμού P=7 και βαθμό απόδοσης SCOP μέσης ζώνης ίσο με 4 και SEER ίσο με 7.
- 9) Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα με επιλεκτικό συλλέκτη 3 τ.μ. και ταμιευτήρα 200 lt.
- 10) Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος ισχύος 10 kW μονοκρυσταλλικού πυριτίου με βαθμό αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας ίσο με 15%.

(1) Παρεμβάσεις των κατηγοριών 1 έως 4 και των υποκατηγοριών 5.A, 5.B.

Στην περιγραφή προσδιορίζονται οι προδιαγραφές και τα τεχνικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά των υλικών και των συστημάτων που απαιτούνται για τον υπολογισμό του ενεργειακού αποτελέσματος και τον έλεγχο της τήρησης των απαιτήσεων του προγράμματος από τον 2ο ενεργειακό επιθεωρητή.

(2) Παρεμβάσεις των υποκατηγοριών 5.Γ, 5.Δ, 5.Ε, 5.ΣΤ.

Στην περιγραφή προσδιορίζονται οι προδιαγραφές και τα τεχνικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά των υλικών και των συστημάτων που απαιτούνται για τον υπολογισμό του ενεργειακού αποτελέσματος και τον έλεγχο της τήρησης των απαιτήσεων του προγράμματος από τον 2ο ενεργειακό επιθεωρητή.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Έντυπο Καταγραφής Παρεμβάσεων – Ολοκλήρωσης Έργου βάσει της 2ης Ενεργειακής Επιθεώρησης (Π.Ε.Α. / 2023)

- 1) Εγκατάσταση ατομικού επιτοίχιου λέβητα φυσικού αερίου συμπίκνωσης. Πρόκειται για τη συσκευή Radiant R2K 28 με ονομαστική ισχύ 27 kW και εποχιακή απόδοση θέρμανσης χώρου ίση με 94%. Ο λέβητας χρησιμοποιείται και για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. με εποχιακή απόδοση παραγωγής Ζ.Ν.Χ. ίση με 82%, χωρίς όμως αποθήκευση.
- 1) Εγκατάσταση 3.29 τ.μ. παραθύρων με $2 \leq U < 3,2$ (Παρέμβαση 1.A1 I). Το πλαίσιο είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και διαθέτουν διπλό υαλοπίνακα 4 – 15 – 4 mm με Argon και ενεργειακή επίστρωση.
- 2) Εγκατάσταση 12.52 τ.μ. παραθύρων με $U < 2$ (Παρέμβαση 1.A1 II). Το πλαίσιο είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και διαθέτουν διπλό υαλοπίνακα 4 – 15 – 4 mm με Argon και ενεργειακή επίστρωση.
- 3) Εγκατάσταση 7.42 τ.μ. εξωστοθυρών - πορτών με $U < 2$ (Παρέμβαση 1.A2 II). Το πλαίσιο της είναι κατασκευασμένο από αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και διαθέτει διπλό υαλοπίνακα 4 – 15 – 4 mm με Argon και ενεργειακή επίστρωση.
- 4) Εγκατάσταση 16.96 τ.μ. εξωτερικών προστατευτικών φύλλων για τα κουφώματα. (Παρέμβαση 1.E1).
- 5) Εγκατάσταση 180 τ.μ. συστήματος θερμοπρόσοψης εξωτερικά με 7cm UNISOL EPS 100 ETICS ($\lambda = 0.034 / R = 2.06$) και επικάλυψη με συνθετικό επίχρισμα. (Παρέμβαση 2.Γ1 II).
- 6) Εγκατάσταση τριών τοπικών αερόψυκτων αντλιών θερμότητας (κλιματιστικά), οι 2 είναι τύπου **DAIKIN FTXF42C5V1B / RXF42C5V1B** με ισχύ σχεδιασμού στην ψύξη ίση με 4.2 kWp, ενώ έχουν SEER ίσο με 6.5 και η τρίτη είναι τύπου **DAIKIN FTXF50A2V1B / RXF50B2V1B** με ισχύ σχεδιασμού στην ψύξη ίση με 5 kWp, ενώ έχει SEER ίσο με 6.21 (Παρέμβαση 3.Z II).
- 7) Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα SONNE AKTION ATLAS ST20 με δύο συλλέκτες επιλεκτικής τεχνολογίας συνολικού καθαρού εμβαδού 3.2 τ.μ. και θερμοδοχείο 194 λίτρων (Παρέμβαση 4.A III).
- 8) Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος Net Metering ισχύος 3.6 kWp.

Αποτελείται από 8 πάνελ Jinko MM450-60HLD-MB ισχύος 450W και έναν Inverter Huawei SUN2000 4KTL-L1 ονομαστικής ισχύος 4 kW (Παρέμβαση 5.A I).

- 1) Παρεμβάσεις των κατηγοριών 1 έως 4 και των υποκατηγοριών 5.A, 5.B. Για τη συμπλήρωση του πίνακα του παρόντος εντύπου ο επιθεωρητής κάνει δεκτά μόνο τα

παραστατικά δαπανών που αντιστοιχούν στην ανωτέρω αναλυτική περιγραφή των υλοποιημένων παρεμβάσεων.

- 2) Η Υπολογιζόμενη Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας βάσει του ανωτέρω Π.Ε.Α. είναι 31.9 (kWh/m²), η αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία A+, ενώ η επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας είναι $397.4 - 31.9 = 365.5$ (kWh/m²).

Σ.Μ.Π.Ε. = συντελεστής μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας (= 2,9 βάσει ΚΕΝΑΚ 2017).

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: Αστικές βιοκλιματικές αναπλάσεις και έξυπνες πόλεις

Η αστικοποίηση είναι μια ισχυρή παγκόσμια τάση που χαρακτηρίζεται από ταχεία και συχνά ανεξέλεγκτη αστική ανάπτυξη μέσω της υπερβολικής μετανάστευσης ανθρώπων από την ύπαιθρο στις αστικές περιοχές που οδηγεί στην εμφάνιση σημαντικών διασκορπισμένων και αποσυμπιεσμένων πόλεων. Η ταχεία αστικοποίηση έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη πολυάριθμων μεγαλουπόλεων στις αναπτυσσόμενες χώρες ασκώντας αυξανόμενες πιέσεις στους πόρους και τις υποδομές, ενώ παράλληλα επηρεάζει τις συνθήκες διαβίωσης και την ποιότητα των ζωής των κατοίκων τους. Στις αρχές του εικοστού αιώνα, περίπου το 12,5% των του παγκόσμιου πληθυσμού (200 εκατομμύρια κάτοικοι) ζούσε σε πόλεις. Σήμερα, ο εικοστός πρώτος αιώνας έχει χαρακτηριστεί ως ο "αστικός αιώνας" με περισσότερο από το ήμισυ του παγκόσμιου πληθυσμού (52% ή 3,6 δισεκατομμύρια άνθρωποι) να ζουν σε πόλεις. Αυτή η έξαρση του αστικού πληθυσμού αναμένεται να επικρατήσει και αναμένεται ότι μέχρι το 2050 οι κάτοικοι των πόλεων θα αντιπροσωπεύουν το 67% του παγκόσμιου πληθυσμού.

Επιπλέον, οι πόλεις αντιμετωπίζουν πολυάριθμες προκλήσεις, μεταξύ των οποίων οικονομικές, κοινωνικές, πολιτικά και περιβαλλοντικά προβλήματα. Οι πλημμύρες, οι καύσωνες, οι τυφώνες, οι σεισμοί και οι κίνδυνοι τσουνάμι αποτελούν προειδοποιητικά σημάδια της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Επιπλέον, οι πόλεις αντιπροσωπεύουν σήμερα περίπου το 75% της παγκόσμιας χρήσης ενέργειας και είναι υπεύθυνες για πάνω από το 70% των παγκόσμιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι περισσότερες μεγαλουπόλεις, ιδίως στις αναπτυσσόμενες χώρες, υποφέρουν σε διαφορετικό βαθμό από την υποβάθμιση των περιβαλλοντικών επιδόσεων των πόλεων. Η ταχεία αστικοποίηση και η εξάπλωση έχουν οδηγήσει στη μείωση της βιοποικιλότητας, στην καταστροφή των αστικών φυσικών πόρων και των πράσινων πεδίων, απώλεια γεωργικών εκτάσεων, περιβαλλοντική ρύπανση, μειωμένη ποιότητα νερού, πληθυσμός υπερφόρτωση, αυξημένες πιέσεις στις υποδομές και αυξημένη έκλυση αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό γίνεται ακόμη πιο έντονο, καθώς οι μη βιώσιμες αστικές μορφολογίες έχουν οδηγήσει σε συμφόρηση, εκτεταμένη συσσώρευση μεταφορικών και άλλων υποδομών, αυξημένη εξάρτηση από τα οχήματα και χρήση ορυκτών καυσίμων, αυξάνοντας έτσι το αποτύπωμα άνθρακα της πόλης.

Αυτά τα δεινά αποτελούν πρωταρχικό πρόβλημα για τις αναπτυσσόμενες χώρες, κυρίως λόγω της θεσμικής τους αδυναμίας να εφαρμόσουν τους κανονισμούς και να διαχειριστούν τους φυσικούς πόρους (κατά τη διάρκεια των τελευταίων 50 ετών, ο αστικός πληθυσμός στην Ινδία πενταπλασιάστηκε επηρεάζοντας την ποιότητα του αέρα, αυτό συμβαίνει καθώς ο τομέας των μεταφορών τους συμβάλλει ~90% των συνολικών εκπομπών στη χώρα).

Η απώλεια γεωργικής γης γύρω από τις πόλεις είναι ένα άλλο επακόλουθο της ταχείας αστικοποίησης. Έχει υπολογιστεί ότι συνολικά 1,4 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης γύρω από την ευρύτερη περιοχή του Καΐρου (GCR) χάθηκαν μεταξύ 1952 και 2002. Επιπλέον, σύμφωνα με τον FAO, το ποσοστό αποψίλωσης των πρωτογενών δασών της Νιγηρίας είναι το υψηλότερο στον κόσμο θέτοντας σε κίνδυνο τα δασικά οικοσυστήματα. Στο κοινωνικό επίπεδο, οι πόλεις με υψηλά επίπεδα ανεξέλεγκτης αστικοποίησης είναι επιρρεπείς σε κοινωνικές ανισότητες που εκδηλώνονται με όρους σχετικής φτώχειας, εγκληματικότητας και κοινωνικού αποκλεισμού συγκεκριμένων κοινωνικών ομάδων (μετανάστες, νέοι, άνεργοι και άτομα με αναπηρία).

Αυτό παρατηρείται ξεκάθαρα στους άτυπους οικισμούς, όπου η πρόσβαση σε υπηρεσίες κοινής ωφέλειας και στις υποδομές μπορεί να είναι δύσκολη. Το παράνομο καθεστώς αυτών των οικισμών εμποδίζει τις κυβερνήσεις να παρέχουν τις απαραίτητες υπηρεσίες, επιδεινώνοντας έτσι την περιβαλλοντική ρύπανση, ενώ παράλληλα οδηγεί σε αστική ανισότητα και μειωμένη υγεία της

κοινότητας. Ωστόσο, οι πόλεις είναι δυναμικές και πολύπλοκες - αποτελούν πηγές τόσο περιβαλλοντικών ευκαιριών όσο και απειλών. Οι πόλεις έχουν μια ουσιαστική οικονομική λειτουργία - είναι οι οικονομικές μηχανές που συνεισφέρουν έως και 55% του ακαθάριστου εθνικού προϊόντος στις χώρες χαμηλού εισοδήματος, 73% στις χώρες μεσαίου εισοδήματος και 85% στις χώρες υψηλού εισοδήματος.

Επιπλέον, οι πόλεις είναι τόποι εμπορικών, πολιτιστικών, επιστημονικών, βιομηχανικών και κοινωνικών δραστηριοτήτων. Είναι κέντρα πολιτικής εξουσίας και διοίκησης, τόποι που επιτρέπουν τις παγκόσμιες οικονομικές λειτουργίες και προσφέρουν ευκαιρίες ποιοτικής ζωής. Είναι όμως κρίσιμο οι πόλεις να υιοθετήσουν περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά υπεύθυνες στρατηγικές πράσινης ανάπτυξης.

Έτσι λοιπόν οι πόλεις μπορούν να πραγματοποιήσουν και να συντελέσουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και εφαρμογή των πολιτικών και μέτρων για τη κλιματική αλλαγή, καθώς βρίσκονται στη διασύνδεση της τοπικής δράσης και των εθνικών και διεθνών δεσμεύσεων για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. Οι αστικές και βιομηχανοποιημένες περιοχές στην Ελλάδα κατέχουν σημαντικό μερίδιο στην εθνική κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα οι βελτιώσεις στον πολεοδομικό σχεδιασμό και στη διαχείριση ενέργειας σε τοπικό επίπεδο συμβάλλουν δραστικά στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των πόλεων καθώς και του αποτυπώματος άνθρακα.

Επιπλέον, τα μοντέλα «πράσινων και αειφόρων πόλεων» βασισμένων στην αυξημένη ενσωμάτωση τεχνολογιών καθαρής ενέργειας μαζί με τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνίας, αποτελούν έναν από τους βασικούς άξονες της αναδιάρθρωσης του ενεργειακού τομέα. Η μελλοντική «πράσινη» πόλη επενδύει σε ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο, σε παραδοσιακές και σύγχρονες υποδομές, ενισχύοντας μια βιώσιμη οικονομική ανάπτυξη και ένα υψηλό βιοτικό επίπεδο, με συνετή διαχείριση των φυσικών πόρων καθώς και μέσω συμμετοχικής διακυβέρνησης. Με τη χρήση «ευφών» μέσων σε επίπεδο πόλεων επιτυγχάνεται η βελτίωση των συνθηκών ζωής των ανθρώπων, προσελκύονται επιχειρήσεις και επενδύσεις σε τοπικό επίπεδο και αυξάνεται η αγοραστική αξία των ακινήτων.

Η αστική βιοκλιματική ανάπλαση συνάπτεται με τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας, τη διαχείριση φωτισμού κοινοχρήστων χώρων, τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην πόλη (σε ιδιωτικούς και δημόσιους χώρους), την έξυπνη διαχείριση απορριμμάτων, τις πράσινες οροφές, τα κτίρια χαμηλής και σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, τους ποδηλατοδρόμους, τις τεχνολογικές εφαρμογές πληροφόρησης στον δημόσιο χώρο, καθώς και την περιβαλλοντική αφύπνιση των πολιτών.

Επιμέρους δράσεις όπως, η δημιουργία αστικών πράσινων φαραγγιών (urban green canyons) με την κατάλληλη δενδροφύτευση των δρόμων, των αστικών κενών, των ελεύθερων δημόσιων χώρων και των πλατειών, καθώς και η χρήση σύγχρονων ψυχρών υλικών και τεχνολογιών που έχουν υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και οδηγούν στην ενεργειακή εξοικονόμηση του δομημένου περιβάλλοντος, αποτελούν δομικά συστατικά της βιώσιμης ανάπτυξης των πόλεων καθώς μειώνουν τα θερμικά μεγέθη και το ενεργειακό και ανθρακικό αποτύπωμα, συμβάλλοντας σημαντικά στον μετριασμό των κλιματικών επιπτώσεων και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών.

Οι οικολογικές ή πράσινες συνοικίες σχεδιάζονται συνειδητά από τους κατοίκους τους και οι άνθρωποι συνειδητά ενσωματώνουν καινοτόμες τεχνολογίες για να κάνουν τη ζωή τους πιο βιώσιμη. Οι συγκεκριμένες συνοικίες στοχεύουν στην αναγέννηση τόσο του κοινωνικού περιβάλλοντος, ενδυναμώνοντας τις κοινωνικές σχέσεις μεταξύ των κατοίκων, όσο και στην αναγέννηση του φυσικού περιβάλλοντος. Κατά την άποψη αυτή, η επίτευξη μίας βιώσιμης

καθημερινότητας προϋποθέτει την αναγέννηση του περιβαλλοντικού αλλά και του κοινωνικού ιστού μιας συνοικίας.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι πρωταρχική αιτία δημιουργίας των «πράσινων» κοινοτήτων είναι η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος. Αυτό αποτελεί στροφή στην οικολογία μέσω της αλλαγής της συμπεριφοράς του ανθρώπου και την προσέγγιση νέων τάσεων διαβίωσης που λαμβάνουν σημαντικά υπόψη το περιβάλλον. Η οικολογική προσέγγιση αγγίζει όλες τις πτυχές της ζωής (μεθόδους κατασκευής, κοινωνική οργάνωση κ.α.). Οι πράσινες συνοικίες συνήθως ενσωματώνουν διάφορες πτυχές του οικολογικού σχεδιασμού: την οικολογική δόμηση, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τις φιλικές προς το περιβάλλον κατασκευές ή παραγωγικές δραστηριότητες, την παροχή τροφίμων και καυσίμων που προέρχονται από την ίδια την κοινότητα. οι «πράσινες» κοινότητες είναι μία απάντηση στα υφιστάμενα αρνητικά χαρακτηριστικά των δυτικών κοινωνιών (το διαχωρισμό πλούσιων και φτωχών, την αύξηση της εγκληματικότητας στους δρόμους, την υπερβολική κατανάλωση καθώς και τις ποικίλες κοινωνικές ανισότητες που υφίστανται σε παγκόσμια κλίμακα).

5.1 Βιώσιμες πράσινες πόλεις

Η έννοια της βιωσιμότητας εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1990 και ασχολήθηκε με την κοινωνική ισότητα, την οικονομική ανάπτυξη και τη διατήρηση του περιβάλλοντος σε σχέση με την ανάπτυξη των πόλεων. Η έννοια αυτή άνοιξε το δρόμο για αλληλένδετες έννοιες όπως η πράσινη πολεοδομία, ο συμπαγής σχεδιασμός, και βιώσιμες πόλεις. Αν και δεν υπάρχει μοναδικός ορισμός για τη βιώσιμη ανάπτυξη, ο πιο ευρέως αποδεκτός ορισμός είναι αυτός που διακηρύχθηκε από την Παγκόσμια Επιτροπή για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη το 1987, σύμφωνα με τον οποίο η βιώσιμη ανάπτυξη ορίζεται ως η *"ανάπτυξη που ανταποκρίνεται στις ανάγκες των του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες"*.

Το 2006, η UN-HABITAT διαβεβαίωσε ότι η βιώσιμη ανάπτυξη επιδιώκει να επιτύχει μια δυναμική ισορροπία μεταξύ των στόχων της οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικο-πολιτιστικής ανάπτυξης στο πλαίσιο της μιας τοπικής αυτοδιοίκησης όπου οι πολίτες συμμετέχουν ενεργά στην αναπτυξιακή διαδικασία. Ένας όρος που γεννήθηκε από τη βιωσιμότητα είναι η *"πράσινη πόλη"* με την έννοια *"πράσινο"* να σημαίνει διαφορετικά πράγματα για διαφορετικούς ανθρώπους.

Ο όρος σήμερα χρησιμοποιείται ευρέως από ιδιωτικούς και δημόσιους οργανισμούς ως σήμα για τη βιωσιμότητα και τη φιλικότητα προς το περιβάλλον. Οι πράσινες βιώσιμες πόλεις είναι μια ολοκληρωμένη, και σε πολλούς τομείς αναπτυσσόμενη διαδικασία που καλύπτει ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών ζητημάτων, ενώ συνδέει τα ζητήματα αυτά με οικονομικούς και κοινωνικούς στόχους.

Οι *"πράσινες πόλεις"* ελαχιστοποιούν τις οικολογικές επιπτώσεις και μεγιστοποιούν τις υψηλές περιβαλλοντικές επιδόσεις με στόχο τη βελτίωση και τη στήριξη του φυσικού περιβάλλοντος, αξιοποιώντας παράλληλα επενδύσεις, υπηρεσίες, ρυθμίσεις και άλλα σχετικά μέσα πολιτικής. Επιδιώκουν τη μείωση της εξάρτησης από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τη διατήρηση φυσικών στοιχείων (αέρα, νερού, εδάφους, βιοποικιλότητας), περιλαμβάνουν πράσινες και ανθεκτικές υποδομές και μεταφορές χαμηλών εκπομπών άνθρακα, μετράζουν τους κινδύνους που απορρέουν από την κλιματική αλλαγή και προσφέρουν βελτιωμένη ποιότητα ζωής.

Η υιοθέτηση στρατηγικών πράσινης πόλης προσφέρει πολλαπλές ευκαιρίες για τη δημιουργία θέσεων εργασίας, την προσέλκυση επιχειρήσεων και επενδύσεων, τη βελτίωση των τοπικών

περιβαλλοντικών συνθηκών, και την αντιμετώπιση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προκλήσεων, ιδίως της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 5.1: Χάρτης υγείας των κατοίκων, πηγή: Barton & Grant, 2006

5.2 Οφέλη των βιώσιμων πράσινων πόλεων

Με βάση μελέτες διαφόρων μελετητών, η υιοθέτηση μιας "βιώσιμης πράσινης πόλης" διευκολύνει την υλοποίηση περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών οφελών, τα οποία μεταξύ άλλων περιλαμβάνουν:

Περιβαλλοντικά οφέλη:

- Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Μείωση των επιπτώσεων της θερμικής νησίδας και του αποτυπώματος άνθρακα.
- Βελτιστοποίηση των φυσικών πλεονεκτημάτων, όπως το ηλιακό φως και το ρεύμα του ανέμου.
- Παροχή χώρων για τη βιοποικιλότητα στις πόλεις.
- Δημιουργία ενός πιο ήσυχου και υγιούς μικροκλίματος.
- Μείωση της ρύπανσης του αέρα και των υδάτων.
- Μείωση της εξάρτησης από τα αυτοκίνητα.
- Προσφορά προσαρμόσιμων και ανθεκτικών αστικών χώρων και υποδομών.
- Παραγωγή πιο «υγείων» κτιρίων.
- Βελτίωση των οπτικών ανέσεων.

Κοινωνικά οφέλη:

- Αύξηση της βιωσιμότητας των πόλεων.
- Βελτίωση της ποιότητας ζωής.
- Ενίσχυση των ευκαιριών για σύνδεση με τη φύση και κατανόηση της του φυσικού περιβάλλοντος.
- Βελτίωση της σωματικής και ψυχικής υγείας και ευεξίας.
- Βελτίωση της υγείας της κοινότητας και μείωση των ποσοστών ασθενειών.

Οικονομικά οφέλη:

- Ενίσχυση της οικονομικής ζωτικότητας.
- Αύξηση των δυνατοτήτων μάρκετινγκ.

- Μείωση της φτώχειας.
- Μείωση εν γένει σε λειτουργικά κόστη.
- Αύξηση της παραγωγικότητας μέσω της μείωσης των μετακινήσεων και των ταξιδιών.
- Βελτίωση της παροχής υπηρεσιών.

5.3 Στρατηγικές βιώσιμης πράσινης πόλης

Οι αστικές πολιτικές θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην υλοποίηση περιβαλλοντικών και πράσινων στόχων της πράσινης ανάπτυξης. Οι πόλεις είναι υπεύθυνες για ένα σημαντικό μερίδιο των επενδύσεων σε υποδομές, οι οποίες, αν επενδυθούν με σύνεση, θα μπορούσαν να συμβάλουν στις εθνικές προσπάθειες για τον συνδυασμό ανάπτυξη με περιβαλλοντικές επιδόσεις που οδηγούν σε βιώσιμες "πράσινες πόλεις". Η εγκαθίδρυση μιας "πράσινης πόλης" απαιτεί πολιτικές, ένα ισχυρό ρυθμιστικό πλαίσιο, στρατηγικό σχεδιασμό και χρηματοδότηση. Με τον έλεγχο του δομημένου περιβάλλοντος και των υποδομών, οι πόλεις θα μπορούσαν να γίνουν πιο πράσινες και πιο βιώσιμες. Κάτι τέτοιο θα απαιτούσε παρεμβάσεις σε διάφορα στάδια ανάπτυξης όπως ο σχεδιασμός των κατασκευών, η λειτουργία και η συντήρηση.

Αυτό περιλαμβάνει παρεμβάσεις σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, όπως ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία και η συντήρηση. Συνοπτικά, οι βιώσιμες πράσινες στρατηγικές θα μπορούσα να περιλαμβάνουν τα εξής:

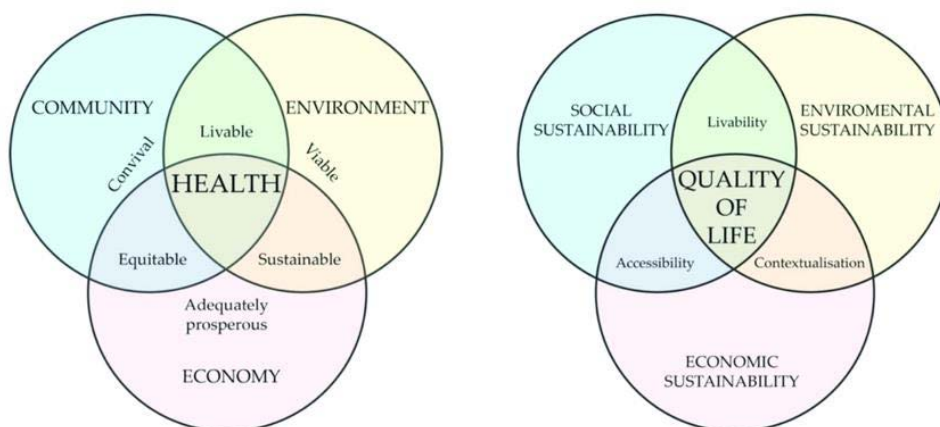
- **Ολοκληρωμένη αστική ανάπτυξη:** Η ολοκληρωμένη αστική ανάπτυξη είναι ζωτικής σημασίας για την οικοδόμηση "πράσινων πόλεων", καθώς επιτρέπει στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης να λαμβάνονται υπόψη οι πράσινες βιώσιμες αρχές, έχοντας παράλληλα κατά νου την αλληλεπίδραση μεταξύ τομέων, υπηρεσιών και επιδιωκόμενων αποτελεσμάτων.
- **Αειφόρος σχεδιασμός χρήσης γης:** Ο βιώσιμος σχεδιασμός χρήσεων γης στοχεύει στη βελτιστοποίηση της ενέργειας και στην ολοκληρωμένη δίκτυα μεταφορών, ενώ παράλληλα εστιάζει στην ενίσχυση της κινητικότητας μέσω των δημόσιων μεταφορών, ποδηλατοδρόμων και μεγαλύτερης κοινωνικής ένταξης. Αυτό εκδηλώνεται με τον συμπαγή πολεοδομικό σχεδιασμό, ο οποίος επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μικτών χρήσεων γης, στις σύντομες μετακινήσεις, και στην υψηλή οικιστική πυκνότητα.
- **Βιώσιμες κτιριακές πρακτικές:** Στα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η οικοδομική φάση και φάση κατασκευής όσο και η φάση λειτουργίας τους. Η πρώτη φάση ενσωματώνει την ενέργεια που απαιτείται για την εξόρυξη, την επεξεργασία, τη μεταφορά υλικών για την κατασκευή του κτιρίου. Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει την ενέργεια λειτουργίας για την παροχή υπηρεσιών όπως θέρμανση, ψύξη και τροφοδοσία του εξοπλισμού. Οι πρακτικές αειφόρου δόμησης επιδιώκουν να μειώσουν την εξάρτηση από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, να ενσωματώσουν εναλλακτικές μορφές ενέργειας πηγές ενέργειας και να βελτιώσουν την αποδοτικότητα λειτουργίας.
- **Βιώσιμη μετακίνηση και μεταφορές:** Μια βιώσιμη πολιτική μεταφορών επιδιώκει την ελαχιστοποίηση των περιττών ταξιδιών, την ενθάρρυνση την αλλαγή συμπεριφοράς, και να βελτιώσει τη λειτουργική αποδοτικότητα των μηχανοκίνητων μεταφορών. Η υιοθέτηση λύσεων μεταφορών με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα δίνοντας έμφαση στις μη μηχανοκίνητες μεταφορές, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τα μέσα μεταφοράς που βασίζονται στο πετρέλαιο και η αύξηση της αποδοτικότητας των συστήματος μεταφορών

στις πόλεις δεν ωφελεί μόνο το περιβάλλον και συμβάλλει στην ισότιμη πρόσβαση, αλλά ενισχύει επίσης την ελκυστικότητα της πόλης για επενδύσεις.

- **Διαχείριση νερού, αποβλήτων και ανακύκλωση:** Ο τομέας των υδάτων περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία, την ύδρευση, τα λύματα και την αποχέτευση, καθώς και τη διαχείριση των ομβρίων υδάτων. Από τη μία πλευρά, η διαχείριση των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης αποτελεί το σημαντικότερο τομέα για την οικοδόμηση μιας υγιούς και πιο πράσινης πόλης. Η πρόσβαση σε ασφαλές πόσιμο νερό και αποχέτευση έχει έντονη επίδραση στην αύξηση της δημόσιας υγείας. Οι βιώσιμες πολιτικές για το νερό σε "πράσινες πόλεις" εξασφαλίζουν την καταπολέμηση της μόλυνσης των επιφανειακών υδάτων στα ποτάμια, στις πηγές και τα υπόγεια νερά. Η συλλογή και επαναχρησιμοποίηση των όμβριων καθώς και των γκρίζων υδάτων θα πρέπει επίσης να εξετάζεται. Από την άλλη πλευρά, η διαχείριση των στερεών αποβλήτων περιλαμβάνει τη συλλογή, τη μεταφορά και την διάθεση των αποβλήτων. Η προσέγγιση μείωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, αντιπροσωπεύει τον πυρήνα της διαχείρισης στερεών αποβλήτων για τις "πράσινες πόλεις".
- **Ανθεκτικές στρατηγικές:** Οι ανθεκτικές στρατηγικές ενισχύουν την ικανότητα των πόλεων να ανταποκρίνονται, να προσαρμόζονται, να λειτουργούν και να ανακάμπτουν από κλονισμούς, πιέσεις, καταστροφές και/ή μεταβαλλόμενες κλιματικές συνθήκες. Εξετάζει τόσο τις δομημένες μορφές όσο και τα ανθρώπινα στοιχεία μιας πόλης.

5.4 Προσέγγιση για το σχεδιασμό βιώσιμων πράσινων πόλεων

Οι πράσινες διαδρομές είναι κάτι περισσότερο από απλά πάρκα ή ανέσεις. Παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των αστικών και προαστιακών περιοχών παρέχοντας τους αναγκαίους φυσικούς διαδρόμους σε αστικά περιβάλλοντα, ενώ παράλληλα δημιουργούν την ουσιαστική διαμόρφωση προς το δομημένο περιβάλλον. Οι πράσινες λεωφόροι αποτελούν μια προσαρμοστική απάντηση, ένα είδος αντιστάθμισης και εφοδιασμού των επιπτώσεων της ταχείας αστικοποίησης. Θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως ένα πράσινο μέσον, περιβαλλοντικοί διάδρομοι με σκοπό τη συρραφή κατακερματισμένων περιοχών, παρέχοντας παράλληλα περιβάλλον, οικολογία, εκπαίδευση και άσκηση.



Εικόνα 5.2: Σύγκριση του μοντέλου Hancock (πηγή: Hancock, 1993) (αριστερά), με το προτεινόμενο μοντέλο (δεξιά) που βασίζεται στον ορισμό της αειφορίας από την έκθεση Brundtland (Έκθεση της Παγκόσμιας Επιτροπής για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη: Το κοινό μας μέλλον, έγγραφο A/42/427 Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), Νέα Υόρκη, ΗΠΑ 1987), πηγή: δημιουργήθηκε από τον συγγραφέα.

Οι πράσινες λεωφόροι έχουν οριστεί ως δίκτυα γης που σχεδιάζονται να λειτουργούν να πολλαπλούς σκοπούς, συμπεριλαμβανομένων των οικολογικών, ψυχαγωγικών, πολιτιστικών, αισθητικών και/ή άλλων σκοπών που είναι συμβατοί με την έννοια της βιώσιμης χρήσης της γης.

Επιπλέον, σχεδιάζονται έτσι ώστε να αντιμετωπίζονται πιο ευαίσθητα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, η διατήρηση των απειλούμενων οικοσυστημάτων, η διατήρηση και η ανάδειξη της κουλτούρας και της πολιτιστικής κληρονομιάς μιας περιοχής, καθώς και η προστασία από περιβαλλοντικούς κινδύνους.

Καθίστανται μια περιοχή όπου λαμβάνει χώρα μεγάλο μέρος της κοινωνικής ζωής και της μάθησης, έχουν συνεπώς εκπαιδευτικές και επιμορφωτικές επιπτώσεις αναδεικνύοντας τη σχέση των ανθρώπων με τα φυσικά συστήματα. Οι πράσινες λεωφόροι θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να βοηθήσουν στη θεραπεία της ανθρώπινης ψυχής παρέχοντας εναλλακτικούς διαδρόμους που προσφέρουν "πράσινες" εικόνες, βλάστηση και παρηγοριά. Οι πράσινες λεωφόροι αποτελούν έτσι σημαντικό μέρος του αστικού τοπίου παρέχοντας μια ευχάριστη δυνατότητα για τόνωση και για παροχή πληθώρας αισθητικών εναλλαγών. Δίνουν τη δυνατότητα αναδιάρθρωσης σε περιοχές των πόλεων και βελτιώνουν τη συνδεσιμότητα των ανοικτών δημόσιων χώρων, καθιστώντας τις πόλεις πιο πράσινες και πιο φιλικές προς τους πεζούς και τους ποδηλάτες. Ως εκ τούτου, οι πράσινες λεωφόροι αποτελούν ένα αξιοσημείωτο εργαλείο για τη σχεδίαση "πράσινων πόλεων", για την πραγματοποίηση της συνοχής, τη διαφύλαξη της φύσης, την ενίσχυση της οικονομικής ανάπτυξης και την προάσπιση των κοινωνικών αξιών. Σε παγκόσμιο επίπεδο, η έννοια χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο, ιδίως σε πόλεις που βιώνουν τη διαδικασία της αποβιομηχανοποίησης και στροφής προς την οικολογία.

5.5 Ταξινόμηση των πράσινων διαδρόμων

➤ Με βάση την κλίμακα

Το δίκτυο πρασίνου θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα πλαίσιο το οποίο ποικίλλει σημαντικά σε κλίμακα ξεκινώντας από ένα εθνικό πλαίσιο μέχρι τη γειτονιά και τις στενές λωρίδες πρασίνου που συνδέουν περιφερειακούς οικολογικούς διαδρόμους, πάρκα πόλης, κοινοτικούς κήπους και πάρκα τσέπης.

➤ Με βάση τη λειτουργία

Οι πράσινοι δρόμοι μπορούν να εξυπηρετούν διάφορες λειτουργίες με πολλαπλούς στόχους σε εθνικό, τοπικό και διεθνές επίπεδο, πόλης και γειτονιάς. Ταξινόμηση πράσινων οδών σε τρεις κατηγορίες: αναψυχής, οικολογική, και κληρονομιά πράσινες οδοί. Η πιο συνηθισμένη κατηγοριοποίηση είναι αυτή των πράσινων οδών αναψυχής, η οποία δίνει έμφαση στην πρόσβαση του κοινού και στην παροχή ψυχαγωγίας. Αυτές οι πράσινες οδοί διαμορφώνονται συνήθως κατά μήκος διαδρομών και διαδρόμων που διέρχονται από χώρους αναψυχής συνδέοντας υδάτινους και τοπιακούς πόρους με υψηλή αισθητική αξία. Από την άλλη πλευρά, οι φυσικοί διάδρομοι οικολογικής σημασίας σχηματίζονται από χώρους κατά μήκος ποταμών και πλευρές των κοιλάδων. Αυτοί οι δρόμοι διευκολύνουν την προστασία και την ανάπτυξη των φυσικών πόρων και της άγριας ζωής, τη μετανάστευση των ειδών, τη διατήρηση της βιολογικής ποικιλότητας και τη φυσική πεζοπορία. Οι πράσινοι διάδρομοι πολιτιστικής και πολιτιστικής κληρονομιάς έχουν αισθητική και ιστορική αξία. Συνδέουν πολιτιστικούς και ιστορικούς πόρους προσελκύοντας τουρίστες, παρέχοντας οικονομικά και εκπαιδευτικά οφέλη, ενώ παρέχουν εποχιακή διαμονή.

5.6 Παγκόσμια παραδείγματα

Η Βόρεια Αμερική είναι η κορυφαία περιοχή στην εφαρμογή της έννοιας των πράσινων λεωφόρων και έχει εμπνεύσει την Ευρώπη, την Αυστραλία και την Κίνα να ακολουθήσουν τα βήματά της. Τα τελευταία χρόνια, έχουν γίνει προσπάθειες να μετατραπούν εγκαταλελειμμένες περιοχές και ελεύθεροι χώροι σε αστικές πράσινους λεωφόρους με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και την αναδιάρθρωση του αστικού ιστού. Η έννοια έχει έκτοτε αναπτυχθεί και περιλαμβάνει πολυάριθμες εφαρμογές σε παγκόσμιο επίπεδο, προσφέροντας ένα φάσμα βέλτιστων πρακτικών. Οι ακόλουθες μελέτες περίπτωσης αντιπροσωπεύουν ένα επιλεγμένο δείγμα παραδειγμάτων που επιλέχθηκαν με βάση τη θετική τους συμβολή στις κοινωνικές, οικονομικές και οικολογικές λειτουργίες. Αντικατοπτρίζουν ένα εύρος επιπέδων σχεδιασμού, από την εθνική κλίμακα έως την κλίμακα της πόλης, εκτός από την ανάδειξη του επιτυχημένου σχεδιασμού και των διαδικασιών υλοποίησης.

5.6.1 East Coast Greenway



Εικόνα 5.3: Ο χάρτης της East Coast Greenway, πηγή: East Coast Greenway Alliance (2019)

Το East Coast Greenway είναι ένας από τους πιο δημοφιλείς πράσινους δρόμους στις ΗΠΑ. Αντιπροσωπεύει ένα πρότυπο για πράσινες οδούς εθνικής κλίμακας καθώς συνδέει 15 πολιτείες και 450 πόλεις και κωμοπόλεις κατά μήκος μιας έκτασης 3000 μιλίων από το Μείν στη Φλόριντα. Ο πράσινος δρόμος είναι μια προστατευμένη διαδρομή ποδηλασίας και πεζοπορίας που εξυπηρετεί τη βελτίωση της δημόσιας υγείας, της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, της οικονομικής ανάπτυξης και της συμμετοχής των πολιτών. Το μονοπάτι δημιουργήθηκε σε υπονόμους και παραποτάμια, εγκαταλελειμμένους σιδηροδρόμους, καθώς και σε διευρυμένα πεζοδρόμια. Επί του παρόντος, φιλοξενεί πεζούς, αθλητές, ποδηλάτες, σκέϊτερς σε σειρά, ιππείς, καθώς και χρήστες αναπηρικών αμαξιδίων. Ενδεικτικές είναι οι παρακάτω φωτογραφίες.



Εικόνα 5.4: Το Tobacco Trail στη Βόρεια Καρολίνα, μέρος της ευρύτερης ανατολικής ακτής Greenway



Εικόνα 5.5: Courtesy Of East Coast Greenway Alliance



Εικόνα 5.6: Courtesy Of East Coast Greenway Alliance

5.6.2 Βέλγιο, The Sauvegarde/Puurs/Baasrode Greenway

Ο δήμος Puurs στο Βέλγιο αποφάσισε να αναπτύξει έναν πράσινο δρόμο εντός των δημοτικών συνόρων κατά μήκος μιας εγκαταλελειμμένης σιδηροδρομικής γραμμής που συνδέει την Αμβέρσα και το Termonde. Ο περιφερειακός πράσινος δρόμος σχεδιάζεται να εξυπηρετεί τόσο τους πεζούς όσο και τους ποδηλάτες. Εκτείνεται 6,5 km και συνεχίζει ανατολικά προς το Baasrode. Στόχος είναι η ενίσχυση της συνύπαρξης μεταξύ των διαφορετικών δήμων, ενώ παράλληλα θα διευκολυνθεί η πρόσβαση στα σχολεία. Ωστόσο, το 1997 η Εθνική Εταιρεία Σιδηροδρόμων του Βελγίου αποφάσισε να αναβιώσει το ανατολικό σιδηροδρομικό τμήμα της Puurs Antwerp. Έτσι λήφθηκαν μέτρα για τη διασφάλιση της ασφαλούς συνύπαρξης μεταξύ της ενεργού σιδηροδρομικής γραμμής και του πράσινου δρόμου (European Greenways Association 1998).



Εικόνα 5.7: Puurs Greenway σε συνύπαρξη με μια ενεργή σιδηροδρομική γραμμή, πηγή: East Coast Greenway Alliance (2019)

5.6.3 Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο

Πρόκειται για την πρώτη οικολογική δίοδο που διασχίζει την περιφερειακή οδό των Βρυξελλών, δίπλα στον πρώην ιππόδρομο του Groenendaal. Το Ecoduct κατασκευάστηκε μεταξύ Μαΐου 2016 και Μαΐου 2018 από την BAM Contractors NV για λογαριασμό των Agentschap Wegen en Verkeer και Agentschap voor Natuur en Bos. Οι προπαρασκευαστικές εργασίες ξεκίνησαν το καλοκαίρι του 2016. Τα πρανή κατά μήκος του αυτοκινητόδρομου και το ανώτερο στρώμα του εδάφους εκσκάφθηκαν προσεκτικά και αποθηκεύτηκαν επί τόπου. Αυτό το πολύτιμο χώμα με τοπικούς σπόρους και χούμο τοποθετήθηκε αργότερα ξανά στην κορυφή και γύρω από τη γέφυρα. Κατασκευάστηκαν προσωρινές λωρίδες κυκλοφορίας για να ελαχιστοποιηθεί η διακοπή της κυκλοφορίας κατά τη διάρκεια των εργασιών.



Εικόνα 5.8: Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, πηγή: φωτογραφία από προσωπικό αρχείο Μ. Φαλτσέτα

Το χώμα παραπέμπει στο τοπικό αμμώδες έδαφος Brusseliaan (που ονομάζεται επίσης θειάφι), χαρακτηριστικό του δάσους Sonian. Κατά τη διάρκεια των εργασιών, μεταφέρθηκαν συνολικά περίπου 100.000 κυβικά μέτρα χώματος από γειτονικά εργοτάξια. Αυτή η αναπλήρωση του εδάφους εξασφαλίζει μια ρέουσα σύνδεση με το περιβάλλον τοπίο και καθιστά τη γέφυρα προσβάσιμη για τα πολλά είδη-στόχους.



Εικόνα 5.9: Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, εγκατάσταση διακοσμητικών στοιχείων άκρων, πηγή: Ίδρυμα Sonian Forest, ιδιωτικό ίδρυμα



Εικόνα 5.10: Κατασκευή της Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες Βέλγιο, πηγή: Ίδρυμα Sonian Forest, ιδιωτικό ίδρυμα

Τα οικοαγωγά, οι οικολογικοί σωλήνες και οι σωλήνες πανίδας όπως το παραπάνω κατασκευάζονται για να διευρύνουν το κατακερματισμένο ενδιαίτημα των ζώων. Αποτελούν μια παρέμβαση με ευρύτερο οικολογικό αποτέλεσμα. Το μέγεθός τους και η μελετημένη εμφύτευσή τους στο τοπίο καθιστούν δυνατή τη δημιουργία κατάλληλης διάταξης και πρόσβασης που μπορούν να απολαμβάνουν ταυτόχρονα πολλά είδη ζώων. Αυτό συμβαίνει σίγουρα με την οδογέφυρα Groenendaal.

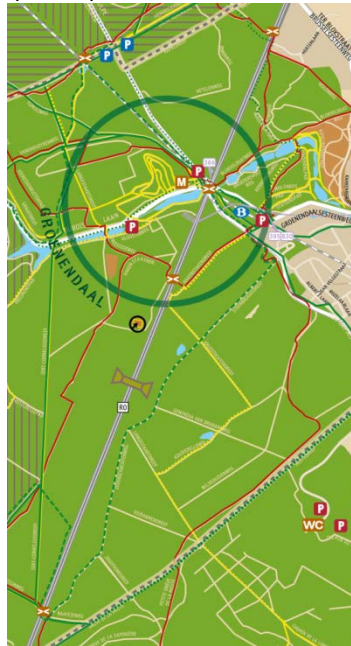
Οι πλαγιές δίπλα στις κίτρινες διακοσμητικές άκρες προστατεύουν το κατάστρωμα της γέφυρας από το φως των διερχόμενων αυτοκινήτων. Αυτό δημιουργεί ένα ευχάριστο περιβάλλον για τις λιγιστές στο φως νυχτερίδες που έχουν παρατηρηθεί στην περιοχή. Ο νότιος προσανατολισμός αυτών των πρανών επιτρέπει στα ερπετά, όπως η ζωοφόρος σαύρα (*zootoxa vivipara*), να κάνουν ηλιοθεραπεία και να βρίσκουν τροφή σε αυτά. Είναι διάσπαρτα με λουλούδια που προσελκύουν αμέτρητα έντομα, κάμπιες και αράχνες που αρέσκονται στα ερπετά αυτά.

Δίπλα στα αναχώματα θα φυτευτεί μια πράσινη οθόνη από θάμνους, όπως φουντουκιά (*coryllus avellana*), ερυθρελάτη (*rhamnus frangula*) και μαυρόπευκο (*prunus spinosa*). Αυτά τα δέντρα συμβάλλουν στη συσκότιση του καταστρώματος της γέφυρας και χρησιμεύουν ως τροφικά δέντρα για τις μέλισσες και τα πουλιά ή ως φυτά ξενιστές για πεταλούδες και σκώρους. Τα τελευταία βρίσκονται στο μενού των νυχτερίδων. Τα σκαθάρια του εδάφους και τα μικρά θηλαστικά βρίσκουν καταφύγιο σε αυτούς τους θάμνους.

Μια σειρά από ψηλά δέντρα, όπως η χειμωνιάτικη φλαμουριά (*tilia cordata*) και η πεντάφυλλη βελανιδιά (*quercus robur*), παρέχουν μια γραμμική δομή στην κορυφή και γύρω από τη γέφυρα. Οι νυχτερίδες που παρατηρούνται στην περιοχή, όπως η νυχτερίδα (*ripistrellus nathusii*) και η ασπρομέτωπη νυχτερίδα (*erptesicus serotinus*), προσανατολίζονται σε τέτοια γραμμικά στοιχεία.

Μια συνεχής όχθη από κούτσουρα και κορμούς συνδέει τις δύο πλευρές του δρόμου. Τα ερπετά μπορούν να βρουν καταφύγιο, να ζεσταθούν και να βρουν τροφή πάνω και ανάμεσα σε αυτό το ξερό ξύλο. Τα πολυάριθμα είδη σκαθαριών εδάφους που έχουν ήδη παρατηρηθεί στην περιοχή της γέφυρας μπορούν να φωλιάσουν σε αυτά.

Οι λίμνες παρέχουν ένα επαρκώς υγρό περιβάλλον για τα αμφίβια. Βρίσκονται και στις δύο πλευρές και συνδέονται με μια υγρή ζώνη στην κορυφή της γέφυρας. Πιο πέρα στο δάσος, έχουν δημιουργηθεί λίμνες που χρησιμεύουν ως σκαλοπάτια προς το οικολογικό αγωγό και την άλλη πλευρά του αυτοκινητόδρομου. Η ανοιχτή περιοχή στην κορυφή της γέφυρας την καθιστά επίσης προσβάσιμη σε ένα μεγαλύτερο θηλαστικό, όπως το ζαρκάδι, το οποίο είναι εκ φύσεως μάλλον ντροπαλό και του αρέσει να παρακολουθεί τα πράγματα.



Εικόνα 5.11: Χάρτης που κατατοπίζει το πού βρίσκεται η Ecoduct Groenendaal γέφυρα Βρυξέλλες, Βέλγιο. Κατά μήκος των αυτοκινητοδρόμων R0 (δακτύλιος γύρω από τις Βρυξέλλες) και του E411 μέσω του Forêt de Soignes, εγκαταστάθηκαν συνολικά 24 χιλιόμετρα οικολογικού αγωγού. Η περίφραξη αυτή συνδέει διάφορα σημεία διέλευσης κάτω (οικολογικοί σωλήνες και σωλήνες πανίδας) και πάνω από τους αυτοκινητόδρομους (οικολογικός αγωγός και γέφυρα δέντρων). Το πλέγμα έχει διπλή λειτουργία: καθοδηγεί τα ζώα σε ασφαλή σημεία διέλευσης και δημιουργεί μια ασφαλή κατάσταση κυκλοφορίας για τους δεκάδες χιλιάδες αυτοκινητιστές που διέρχονται καθημερινά από το δάσος Sonian. Το 2017 και το 2018, φυτεύτηκαν περίπου 10.500 θάμνοι και δέντρα στην περιοχή γύρω από το οικοδόμημα. Τα είδη που φυτεύτηκαν, όπως η τριανταφυλλιά Gelderland (*viburnum opulus*), το κόκκινο σκυλόξυλο (*cornus sanguinea*), το Rowan (*sorbus aucuparia*) και το Field maple (*acer campestre*), παρέχουν τροφή για έντομα, πουλιά και θηλαστικά. Πρόκειται για ένα οικοδόμημα που εκτός από την εξυπηρέτηση του ανθρώπου, έχει ως στόχο το σεβασμό και τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και των ζώων πάνω και γύρω από τη γέφυρα.

5.6.4 Το έργο Priory Ecoduct Hoeilaart Ανατολική πλευρά, Βέλγιο

Πρόκειται για ένα έργο το οποίο βρίσκεται σε εξέλιξη. Οι περιπατητές και οι ποδηλάτες θα μπορούν να χρησιμοποιούν την οικολογική ανακατασκευή The Priory για να περπατήσουν ή να ποδηλατήσουν πάνω από τον δακτύλιο από τον σταθμό Groenendaal μέχρι το Bosmuseum (Μουσείο Δάσους Jan Van Ruusbroec) μέσω της βελτιωμένης και διευρυμένης σύνδεσης αναψυχής. Αυτή η νέα γέφυρα είναι ασφαλής και ευχάριστη για τον πιο αργό χρήστη του δρόμου. Η βλάστηση στη γέφυρα επεκτείνει το βίοτοπο για τα φυτά και τα μικρά ζώα. Σύντομα θα διασχίζουν και αυτά με ασφάλεια τον δακτύλιο.

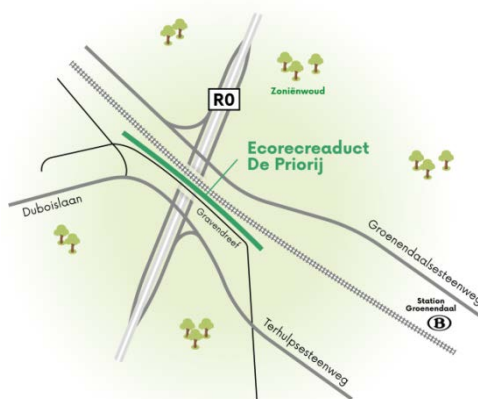
Επί του παρόντος βρίσκεται σε εξέλιξη μελέτη για το τμήμα του δακτυλίου ανατολικά των Βρυξελλών. Θα εξετάσει πιθανές λύσεις για τους τέσσερις μεγάλους κυκλοφοριακούς κόμβους. Βασικός στόχος είναι να μετατραπεί το Groenendaal σε έναν από τους κεντρικούς κόμβους όπου οι άνθρωποι θα μπορούν να αρχίσουν και να τελειώσουν τις επισκέψεις τους στο δάσος Sonian. Επί του παρόντος υπάρχει σύνδεση μεταξύ του σταθμού και του Bosmuseum, αλλά η σημερινή πύλη υποδοχής είναι ήδη πολύ μικρή για να φιλοξενήσει τον αριθμό των ανθρώπων που χρησιμοποιούν τη σύνδεση. Με την κατασκευή του οικολογικού αγωγού το δάσος Sonian θα

μπορέσει να αναπτυχθεί περαιτέρω όσον αφορά στην οικολογία, την προσφορά αναψυχής και την πολιτιστική του ιστορία.



Εικόνα 5.12: Φωτογραφική άποψη του δακτυλίου από ψηλά

Η συνέχεια και η ενσωμάτωση αποτελούν κεντρικό ρόλο στο σχεδιασμό του οικολογικού αγωγού. Προς όφελος τόσο των ανθρώπων όσο και των ζώων αλλά και της κυκλοφορίας που περνάει από κάτω του, ο οικολογικός αγωγός έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να εντάσσεται απρόσκοπτα στο υπάρχον περιβάλλον.



Εικόνα 5.13: Ενσωμάτωση της γέφυρας στο φυσικό περιβάλλον

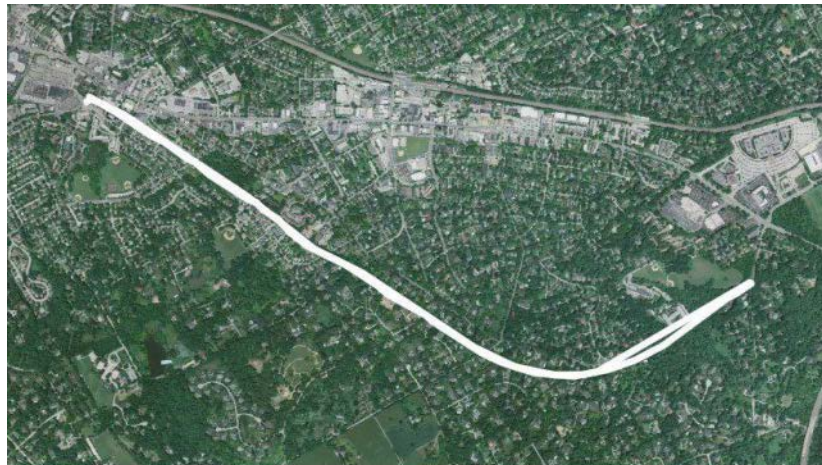
Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται υλικά με φυσική εμφάνιση, όπως ξύλο, ανθεκτικό στις καιρικές συνθήκες ατσάλι και φυσική πέτρα. Αυτό γίνεται έτσι ώστε οι χρήστες της γέφυρας να μην έχουν ως πρωταρχική εμπειρία τη διέλευση του δακτυλίου, αλλά αντίθετα να απολαμβάνουν έναν ευχάριστο περίπατο στη φύση. Τέλος, μεταξύ άλλων, προβλέπεται και νέος ποδηλατόδρομος, ο οποίος θα παρέχει μια ευχάριστη και άμεση ποδηλατική σύνδεση μεταξύ του Hoeilaart και των Βρυξελλών.



Εικόνα 5.14: Στιγμιότυπο της εξέλιξης του έργου [Έργο σε εξέλιξη - Inhijzen brugdelen Ecorecreaduct De Priorij](#)

5.6.5 Radnor Trail, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ

Το Radnor Trail μήκους 2,4 μιλίων βρίσκεται στη βόρεια πόλη Radnor και αποτελεί ένα τοπικό μονοπάτι αναψυχής που συνδέει δημοτικά πάρκα, κατοικημένες γειτονιές, μικρές επιχειρήσεις και ένα κέντρο τέχνης. Αυτό το τοπικό μονοπάτι εξυπηρετεί μια σειρά από δραστηριότητες αναψυχής όπως περιπάτους αναψυχής, ποδηλασίας, τζόκινγκ, πατινάς εντός γραμμής, περπάτημα με σκύλους και φλάσινγκ. Στα πλαίσια δημιουργίας του, επαναχρησιμοποιήθηκαν εγκαταλελειμμένες σιδηροδρομικές περιοχές δεξιάς διέλευσης και εγκαταλελειμμένες τοποθεσίες για τη δημιουργία πρασίνου, ενσωματώθηκαν τοποθεσίες πολιτιστικής κληρονομιάς και ιστορικών κτιρίων στο σχεδιασμό του μονοπατιού με στόχο την εκπαίδευση των χρηστών σχετικά με την ιστορία της πόλης, σχεδιάστηκαν πράσινοι δρόμοι παρέχοντας στους πολίτες και χρήστες όμορφη θέα.



Εικόνα 5.15: Radnor Trail, Πενσυλβάνια, ΗΠΑ, πηγή: <https://www.mypacer.com/routes/32251/cycling-trail-wayne-pennsylvania-usa>

5.6.6 Waterford Greenway, Ireland

Το Waterford Greenway άνοιξε το 2017, παρέχει 46 χιλιόμετρα διαδρομής χωρίς αυτοκίνητα που εκτείνεται σε όλη τη διαδρομή από την ιστορική πόλη Waterford μέχρι την όμορφη παραθαλάσσια πόλη Dungarvan στη δυτική Co. Waterford. Τα βουνά Comeragh προσφέρουν σκηνικό για ένα συναρπαστικό ταξίδι σε έντεκα γέφυρες, τρεις οδογέφυρες, μέσα από μια σήραγγα μήκους 400 μέτρων, κατά μήκος του καταπράσινου ποταμού Suir, μέχρι τις καταπράσινες παραλίες της διάσημης Copper Coast του Waterford. Το Waterford Greenway βρίσκεται κατά μήκος μιας αχρηστευμένης σιδηροδρομικής γραμμής. Το Waterford Greenway αποτελεί επίσης μέρος της διαδρομής Atlantic Coast Route, μιας ευρωπαϊκής ποδηλατικής διαδρομής μεγάλων αποστάσεων βορρά-νότου που διέρχεται από τη Νορβηγία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Ιρλανδία, τη Γαλλία, την Ισπανία και την Πορτογαλία.



Εικόνα 5.16: Διαδρομή του Waterford Greenway στην Ιρλανδία

5.7 Αναγέννηση πόλεων μέσα από τη φύση

5.7.1 Κατανάλωση γης και κλιματική αλλαγή

Η γη είναι ένας περιορισμένος φυσικός πόρος, ωστόσο διαδραματίζει καίριο ρόλο στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και αποτελεί απαραίτητο απόθεμα βιοποικιλότητας, απαραίτητο για την επιβίωσή μας. Πάνω από το 75% της γης του πλανήτη είναι εξαιρετικά υποβαθμισμένο, επηρεάζοντας την ευημερία 3,2 δισεκατομμυρίων ανθρώπων. Τέτοιες εκτιμήσεις σημαίνουν την ερημοποίηση μεγάλων εκτάσεων της παγκόσμιας επικράτειας λόγω της ρύπανσης, της αποψίλωσης των δασών και της εντατικής γεωργίας, καθιστώντας έτσι τον κύριο λόγο για τον οποίο πολλά είδη εξαφανίζονται. Αξιολογείται ότι, αν και μπορούμε να παρέμβουμε, πρέπει να το κάνουμε αμέσως, διότι αν συνεχίσουμε με αυτόν τον ρυθμό, το 95% της παγκόσμιας γης θα μπορούσε να υποβαθμιστεί έως το 2050, αναγκάζοντας εκατοντάδες εκατομμύρια ανθρώπους να μεταναστεύσουν, ενώ η παραγωγή τροφίμων θα μπορούσε να καταρρεύσει. Η υποβάθμιση της γης, η απώλεια βιοποικιλότητας και η κλιματική αλλαγή είναι τρεις πλευρές μιας μοναδικής, κρίσιμης πρόκλησης, του αυξανόμενου αντίκτυπου των επιλογών μας στην υγεία του φυσικού μας περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με την Υπηρεσία Διατήρησης Φυσικών Πόρων με έδρα τις ΗΠΑ, η ερήμωση επηρεάζει ήδη το 33% του παγκόσμιου εδάφους, μαζί με τη διάβρωση, την αλάτωση και άλλες εκφυλιστικές διεργασίες που μειώνουν σταδιακά την ικανότητα του εδάφους να επιτελέσει το ρόλο του ως υπόστρωμα για βιολογικές κοινότητες. Αυτό το φαινόμενο έχει οδηγήσει σε μείωση κατά 20% της παραγωγικότητας των εδαφών ακόμη και στην Ασία, την Ινδία και την Κίνα και έως και 40% μείωση στην Αφρική και σε ορισμένα μέρη των Ηνωμένων Πολιτειών, όπως το Οχάιο.

Η συμβατική άποψη που ταξινομεί τα οικοσυστήματα της γης σε οργανωμένα με βάση τη βλάστηση και το κλίμα που ορίζονται ως τούνδρα, εύκρατα δάση, λιβάδια, τροπικά δάση κ.λπ. συνδυάστηκε με έρευνα σχετικά με τους μετασχηματισμούς που παράγονται από την ανθρώπινη παρέμβαση, αποκαλύπτοντας ότι πολλά έχουν μεταβληθεί βαθιά σε σύγκριση με τις αρχικές εξελίξεις. Το αποτέλεσμα είναι ότι, σήμερα, περισσότερα από τα 3/4 της επιφάνειας της γης φαίνεται να έχουν επανασχεδιαστεί από ανθρώπινες δραστηριότητες.

Ο χάρτης των κυριότερων φυσικών περιβαλλόντων του πλανήτη μεταξύ των ετών 1700 και 2000 που επεξεργάστηκαν οι δύο Αμερικανοί ερευνητές δείχνει ότι πάνω από το ήμισυ της βιόσφαιρας ήταν σε άγρια κατάσταση το έτος 1700, ενώ το 5% ήταν σε ημιφυσική κατάσταση, δηλαδή με μέτριους μετασχηματισμούς εδάφους λόγω γεωργικών δραστηριοτήτων και οικισμών. Από την άλλη πλευρά, το έτος 2000, το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη φαινόταν να καλύπτεται από γεωργικές περιοχές και άλλα ανθρωπόμορφα οικοσυστήματα, με λιγότερο από το 20% της επιφάνειας σε ημιφυσική κατάσταση και λιγότερο από το 1/4 σε άγρια κατάσταση.

. Σε διεθνές επίπεδο, αυτές οι δημόσιες πολιτικές σχετικά με τις αστικές περιοχές και το φυσικό κεφάλαιο έχουν τονώσει δύο παράγοντες:

- Ρύθμιση και συντήρηση (ρύθμιση του κλίματος, δέσμευση και αποθήκευση άνθρακα, έλεγχος της διάβρωσης, ρύθμιση στοιχείων απαραίτητων για τη γονιμότητα του εδάφους, ρύθμιση της ποιότητας των υδάτων, προστασία και μετριασμός ακραίων υδρολογικών φαινομένων, γενετικά αποθέματα, διατήρηση της βιοποικιλότητας κ.λπ.)
- Εγγυημένη παροχή πολιτιστικών υπηρεσιών (πολιτιστικές και ψυχαγωγικές υπηρεσίες, ηθικές και πνευματικές λειτουργίες, τοπίο, φυσική κληρονομιά κ.λπ.)

Οι οικοσυστημικές υπηρεσίες μπορούν να θεωρηθούν η έμμεση συμβολή του «φυσικού κεφαλαίου». Σύμφωνα με τον ορισμό της Παγκόσμιας Τράπεζας: «το απόθεμα φυσικών πόρων».

Ένα τοπίο και τα πάρκα του μπορούν να θεωρηθούν καλής ποιότητας εάν οι ανθρώπινες δραστηριότητες που διεξάγονται είναι συμβατές με τα οικοσυστήματά του, και η διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου είναι απαραίτητη εάν επιθυμούμε να διατηρήσουμε ένα υψηλό ποσοτικό και ποιοτικό επίπεδο υπηρεσιών που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία των οικοσυστημάτων και τη διασφάλιση της ανθρώπινης ευημερίας.

5.7.2 Αστική ανάπλαση και αποκατάσταση γεωργικών εκτάσεων

Βασικοί στόχοι βιώσιμης ανάπτυξης που αφορούν ιδιαίτερα το έδαφος, οι οποίοι έπρεπε να ενσωματωθούν στο εθνικό βραχυπρόθεσμο και μεσοπρόθεσμο πρόγραμμα:

- Να διασφαλιστεί ότι η «κατανάλωση γης» δεν υπερβαίνει τη δημογραφική αύξηση.
- Διασφάλιση καθολικής πρόσβασης σε ασφαλείς, χωρίς αποκλεισμούς και προσβάσιμους χώρους πρασίνου και δημόσιου χώρου.
- Να επιτευχθεί ένας κόσμος ουδέτερος από πλευράς υποβάθμισης της γης, ως ουσιαστική βάση για τη διατήρηση των λειτουργιών και των υπηρεσιών του οικοσυστήματος.

Οι όλο και πιο περίπλοκες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι ευρωπαϊκές πόλεις είναι οι παρακάτω:

- Διαχείριση της μεταναστευτικής έκτακτης ανάγκης από την άποψη της υποδοχής και της ένταξης.
- Καταπολέμηση της αστικής φτώχειας.
- Χειρισμός της δημογραφικής αλλαγής.
- Στήριξη της περιβαλλοντικά βιώσιμης ανάπτυξης και των χαμηλών εκπομπών.
- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του βιοτικού επιπέδου.

Η ανάπτυξη πολιτικών που μπορούν να οδηγήσουν σε μηδενική κατανάλωση γης, η ενεργειακή απόδοση, ο σχεδιασμός και η διοίκηση βιώσιμων πόλεων είναι όλες ευκαιρίες που έχουν γίνει πραγματικές και απτές χάρη στις στρατηγικές και τα προγράμματα αστικής αναγέννησης που προωθούν τη βελτίωση της ποιότητας του χώρου, των μορφών και των πρακτικών και που κάνουν τις πόλεις παραγωγικές και πάλι. Η αποκατάσταση και η επαναχρησιμοποίηση εγκαταλελειμμένων χώρων διαδραματίζουν αναμφίβολα ζωτικό ρόλο στην αναζωογόνηση των πόλεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την υιοθέτηση πρακτικών αύξησης του επιπέδου φυσικότητας ενός τόπου, μείωσης των επιβλαβών εκπομπών που προκαλούνται από την παρουσία ρυπογόνων παραγόντων στον αστικό ιστό, και μια ευρέως διαδεδομένη διαδικασία όπου οι περιβαλλοντικές «επιδόσεις» βελτιώνονται.

5.7.3 Στρατηγικές ανάπτυξης

Η αστική γεωργία, στις διάφορες μορφές της, αντιπροσωπεύει μια ευκαιρία να αυξηθεί η κοινωνική, πολιτιστική και περιβαλλοντική αξία μιας περιοχής, βελτιώνοντας παράλληλα και τους οικονομικούς της παράγοντες. Υπάρχουν οι κύριες στρατηγικές που πρέπει να ακολουθηθούν για να υποστηριχθεί η ανάπτυξη της αστικής γεωργίας ως τρόπος για την επίτευξη πράσινων, παραγωγικών πόλεων:

- Ενθάρρυνση μιας ευνοϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής.
- Βελτιστοποίηση της πρόσβασης σε άδειες υπαίθριες αστικές περιοχές και της ασφαλούς χρήσης της γης για γεωργικούς σκοπούς.
- Βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας και της οικονομικής κερδοφορίας της αστικής γεωργίας μέσω κατάρτισης, τεχνικής συμβουλευτικής και πιστώσεων.

- Δημόσια στήριξη για τη δημιουργία και ενίσχυση αστικών αγροτικών οργανώσεων.
- Λήψη μέτρων για την πρόληψη/μείωση των κινδύνων για την υγεία και το περιβάλλον που συνδέονται με την αστική γεωργία.

Στην προσπάθεια να τονιστεί το δυναμικό της αστικής γεωργίας όσον αφορά τη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος και των προτύπων βιώσιμης ζωής, οι κύριοι παράγοντες και δείκτες που αφορούν ευκαιρίες και προβλήματα που συνδέονται με την αστική γεωργία μπορούν να χωριστούν σε αυτούς που συνδέονται με την ποιότητα του περιβάλλοντος, όπως:

- Βελτίωση της οικολογικής απόδοσης των πόλεων.
- Συντόμευση των οδών μεταφοράς των αγροτικών προϊόντων.
- Ελαχιστοποίηση της συσκευασίας τροφίμων.
- Εξάλειψη τεχνητών λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.
- Παραγωγή οξυγόνου μείωση των επιβλαβών εκπομπών.
- Δυνατότητα παρακολούθησης της πλήρους αλυσίδας παραγωγής.
- Ανάπλαση των υπολειμματικών χώρων και βελτιστοποίηση της χρήσης τους, και,
- Συλλογή περιβαλλοντικών δεικτών.

Καθώς και σε αυτούς που συνδέονται με οικονομικά οφέλη, όπως:

- Αυξημένες αξίες ακινήτων.
- Αποδόσεις της γεωργικής παραγωγής.
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.
- Μέσα διατροφής για τους ασθενέστερους τομείς της κοινωνίας και των οικογενειών.
- Ενίσχυση κοινοτήτων και διαφύλαξη της πολιτιστικής ταυτότητας.
- Παροχή κατάλληλης εκπαίδευσης.
- Δυνατότητες ευαισθητοποίησης για τους κύκλους παραγωγής τροφίμων.

5.8 Παραδείγματα αστικής ανάπλασης που συνδέονται με τη γεωργία

5.8.1 Expo Porte de Versailles

Πρόκειται για αγρόκτημα που καλύπτει επιφάνεια 14000m² στο νοτιοδυτικό Παρίσι. Τα σχέδια προβλέπουν την καλλιέργεια περισσότερων από 30 διαφορετικών ειδών φυτών, με καθημερινή παραγωγή περίπου 1000 κιλών φρούτων και λαχανικών, χάρη στην προσεκτική εργασία περίπου 20 κηπουρών που δεν χρησιμοποιούν παρά μόνο βιολογικές μεθόδους. Έχει ως στόχο να καταστεί η γεωργική επιχείρηση ένα μοντέλο βιώσιμης παραγωγής αναγνωρισμένο σε όλο τον κόσμο όπως χαρακτηριστικά δηλώνουν οι εμπνευστές του. Το αγρόκτημα διαθέτει επίσης ένα εστιατόριο και ένα καφέ, με θέσεις για περίπου 300 άτομα. Διαθέτει εστιατόριο στο οποίο καταναλώνονται εποχιακά προϊόντα που καλλιεργούνται στην περιοχή. Επίσης, στο αγρόκτημα είναι διαθέσιμη μια σειρά υπηρεσιών που σχετίζονται με την αστική γεωργία, συμπεριλαμβανομένων εκπαιδευτικών εκδρομών, σεμιναρίων οικοδόμησης ομάδων και ειδικών εκδηλώσεων. Τέλος, αποτελεί ευκαιρία για τους κατοίκους της περιοχής να νοικιάσουν μικρά οικόπεδα για να καλλιεργήσουν προϊόντα χάρη σε ειδικά σχεδιασμένα ξύλινα κιβώτια. Ορισμένες καλλιέργειες καλλιεργούνται στην ύπαιθρο, χρησιμοποιείται επίσης μια τεχνική τροφής των φυτών μέσω ομίχλης γεμάτης με θρεπτικά συστατικά, μια προσέγγιση που ικανοποιεί τα βιολογικά πρότυπα ενώ χρησιμοποιεί λίγο νερό, χάρη στους πύργους που έχουν σχεδιαστεί για κάθετη ανάπτυξη.

5.8.2 Επαρχία Benevento

Η αγάπη και ο σεβασμός για τη φύση διδάσκονται στο ολοκληρωμένο Ινστιτούτο "Bosco Lucarelli" στο Μπενεβέντο. Αυτό το ινστιτούτο είναι ένα παράδειγμα ενός σχολικού κήπου που άρχισε να προσφέρει εκπαιδευτικά μαθήματα από τον Φεβρουάριο του 2018 στην "εκπαιδευτική κηπουρική". Καθ' όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους οι φροντιστηριακές σπουδές περιλαμβάνουν εφαρμοσμένες και θεωρητικές τάξεις στις οποίες οι μαθητές συμμετέχουν στην ανάπτυξη λαχανικών σε παρτέρια σε όλα τα κτίρια του ινστιτούτου. Η πρωτοβουλία απορρέει από τη συνεργασία μεταξύ της πόλης του Μπενεβέντο, του Ινστιτούτου "Bosco Lucarelli" και της εταιρείας "Vivai Barretta Garden". Ένα άλλο καλό παράδειγμα είναι η πρωτοβουλία "Buon orto fa buon sangue" (δηλαδή, "Οι καλοί λαχανόκηποι κάνουν καλό αίμα"), δηλαδή ένα έργο αστικής γεωργίας που προωθείται από την ένωση Gramigna, Fratres Torrecuso.

Οι μίνι-κατανομές δημιουργήθηκαν από την τοπική υγειονομική αρχή του Μπενεβέντο. Με τη δημιουργία αυτών των κήπων, δημιουργήθηκε ένα αστικό κέντρο πόλος γεωργίας το οποίο περιλαμβάνει, εκτός από αυτές τις μίνι κατανομές, το κοινωνικό αγρόκτημα "Orto di Casa Betania", το οποίο διαχειρίζεται η Cooperativa La Solidarietà και η μη κερδοσκοπική κοινοπραξία "Sale della Terra". Ειδικότερα, στη συνεργασία με διάφορους συνεταιρισμούς από το Μπενεβέντο, δρομολογήθηκαν διάφορα θεραπευτικά προγράμματα αποκατάστασης για την υγεία. Οι κοινωνικές δραστηριότητες πραγματοποιούνται επί του παρόντος στον κήπο της Casa Betania και σε άλλες εκτάσεις σε όλο το Μπενεβέντο. Το έργο αναπτύχθηκε από την επιθυμία να καταστεί η γεωργία και οι αστικοί κήποι ένα εργαλείο που προάγει την ποιότητα ζωής και την επαφή με το περιβάλλον.



Εικόνα 5.17: Σχολικός κήπος του Ινστιτούτου Benevento "Bosco Lucarelli"

5.8.3 Ferme Ouverte de Saint-Denis, κοντά στο Παρίσι

Πρόκειται για αγρόκτημα επιφάνειας 2,3 εκταρίων το οποίο είναι αφιερωμένο στην παραγωγή και την εκπαίδευση. Σήμερα παράγει λαχανικά σε έκταση 1,7 εκταρίων και σε θερμοκήπιο 250 m². Δέχεται επίσης πολίτες, οικογένειες και εταιρείες που επιθυμούν να ανακαλύψουν τα βασικά στοιχεία της γεωργίας, των υγιεινών τροφίμων και της φύσης και πώς λειτουργεί ένα αγρόκτημα. Το αγρόκτημα διευθύνεται από την Les Fermes de Gally, έναν γαλλικό όμιλο οικογενειακών επιχειρήσεων που ειδικεύεται στον εξωραϊσμό και είναι αφοσιωμένος στο να φέρει τη φύση και τη γεωργία μέσα και γύρω από τις πόλεις. Το θερμοκήπιο αποκλειστικά αφιερωμένο στην παραγωγή. Μέσα στο θερμοκήπιο, τα λαχανικά θα παράγονται σε υδροπονικά συστήματα. Στόχος του θερμοκηπίου είναι η εύκολη διαχείρισή του, να είναι βιώσιμο με την πάροδο του χρόνου και με τον τρόπο παραγωγής λαχανικών. Υπάρχει ένα μικρό κατάστημα στο αγρόκτημα που πουλάει φρέσκα προϊόντα στους ντόπιους τόσο επιτυχημένα που γρήγορα εξαντλείται.

Στην πραγματικότητα, τα εδάφη του αγροκτήματος, όπως και τα περισσότερα αστικά εδάφη, είναι μολυσμένα με βαρέα μέταλλα, έτσι ώστε να μην μπορούν να παραχθούν φυλλώδη χόρτα. Τα φυλλώδη χόρτα παράγονται σε συστήματα χωρίς έδαφος στα θερμοκήπια που υπάρχουν στο αγρόκτημα. Λόγω της επιτυχίας αυτής της παραγωγής, το αγρόκτημα συνεχίζει να τα παράγει εκεί. Ως εκ τούτου, η ανάγκη για περισσότερη επιφάνεια θερμοκηπίου για την καλλιέργεια καλλιεργειών με υψηλές κλιματικές απαιτήσεις, όπως ντομάτες ή πιπεριές, αλλά η κατασκευή ενός νέου θερμοκηπίου δεν ήταν δυνατή στο έδαφος: ολόκληρη η επιφάνεια χρησιμοποιείται επί του παρόντος για μηχανοποιημένες δραστηριότητες παραγωγής και διδασκαλίας και οι τοπικοί κανόνες απαγορεύουν την επέκταση των καλυμμένων επιφανειών.

Το αστικό θερμοκήπιο στο αγρόκτημα αποτελεί μέρος ενός εταιρικού οικοσυστήματος. Οι στόχοι, η οργάνωση της παραγωγής και το οικονομικό μοντέλο συνδέονται με το γεγονός ότι το θερμοκήπιο περιλαμβάνεται στη λειτουργία ενός αγροκτήματος, το οποίο περιλαμβάνεται στη λειτουργία όλων των επιχειρήσεων γεωργίας και εξωραϊσμού του Fermes de Gally. Η εγκατάσταση ενός RTG σε ένα κτίριο που πρόκειται να ανακαινιστεί δίνει μεγάλη ελευθερία στον ορισμό μιας πλήρως λειτουργικής παραγωγής προσαρμόζοντας το κτίριο στους περιορισμούς της γεωργίας. Αυτό θα έχει μεγάλο αντίκτυπο στις αποδόσεις μέσα στο θερμοκήπιο, καθώς όλα θα έχουν σχεδιαστεί για παραγωγή.



Εικόνα 5.18: Θερμοκήπιο Groof, πηγή: Interreg, Projet Groof - Saint-Denis Timelapse - La Ferme Urbaine de Saint-Denis

Η πλάκα σκυροδέματος έχει πάχος που αυξάνει την αδράνεια ολόκληρου του κτιρίου. Όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία στο θερμοκήπιο, η πλάκα θα αρχίσει να δίνει πίσω τις θερμίδες που έχει αποθηκεύσει. Οι παχύτερες πλάκες έχουν αυξημένες δυνατότητες αποθήκευσης θερμότητας. Έτσι, το θερμοκήπιο θα παραμένει ζεστό όλη τη νύχτα.

Το πολυανθρακικό της βόρειας όψης θα συμπληρωθεί από έναν τοίχο από σκυρόδεμα για να βελτιώσει τη μόνωση του θερμοκηπίου και να μειώσει τις θερμικές απώλειες από την ψυχρότερη πλευρά του κτιρίου. Αυτός ο τοίχος θα εξοικονομεί το 20 % της ενέργειας. Οι στόχοι αυτού του θερμοκηπίου είναι να αυξηθεί η παραγωγή ολόκληρου του αγροκτήματος και να καταστεί το αγρόκτημα πιο αυτόνομος παράγοντας όλα τα φυτά που απαιτούνται για να ανταποκριθούν στην τοπική ζήτηση. Το κτίριο που βρίσκεται στο κτήμα είναι καινούργιο, οπότε το θερμοκήπιο σχεδιάστηκε ως μέρος του συνολικού έργου και έγινε για να είναι ένα θερμοκήπιο υψηλής απόδοσης, παραμένοντας απλό, χαμηλής τεχνολογίας και όσο το δυνατόν φθηνότερο.

Επομένως, δεν θα εγκατασταθεί φως για την καλλιέργεια λαχανικών και το σύστημα θέρμανσης θα χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης κατά την έναρξη της παραγωγής, τον Μάρτιο. Στη συνέχεια, η παραγωγή θα συνεχίζεται μέχρι το τέλος Οκτωβρίου. Ως αποτέλεσμα της προσομοίωσης των ενεργειακών αναγκών σύμφωνα με την έκταση του κύκλου παραγωγής, αυτό το παράθυρο παραγωγής επιτρέπει έναν μακρύτερο ενεργειακά αποδοτικό κύκλο παραγωγής.

5.8.4 Η οικολογική πόλη Shenyang, Κίνα

Στο Shenyang, πρωτεύουσα της επαρχίας Liaoning και οικονομικό και πολιτιστικό κέντρο της βόρειας Κίνας έγινε χάραξη πολιτικής για το σχεδιασμό ενός γενικού σχεδίου για μια οικολογική πόλη σε μια περιοχή 10 τετραγωνικών χιλιομέτρων. Για τους σκοπούς αυτού του σημαντικού έργου συνεργασίας Κίνας-Γαλλίας, αναδείχθηκε η σημασία μιας προσέγγισης αναγεννητικού σχεδιασμού για την εξάλειψη της ρύπανσης από τις περιοχές και τη δημιουργία μιας αστικής περιοχής πραγματικά ενσωματωμένης στο αγροτικό τοπίο. Χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο πόλης Biogée το οποίο βασίζεται στην υπερσυνδεσιμότητα, σε μικτές χρήσεις, στη διαχείριση ενέργειας και στην ισορροπημένη διαχείριση χώρου.



Εικόνα 5.19: Απεικόνιση της οικολογικής πόλης Shenyang



Εικόνα 5.20: Απεικόνιση της οικολογικής πόλης Shenyang

Αυτό είναι το ιδανικό μιας πόλης όπου ο αγροτικός κόσμος και τα υδάτινα συστήματα κατέχουν κεντρική θέση. Επιπλέον, βασικός στόχος της πόλης αυτής είναι να είναι βιώσιμη χωρίς να γυρνάει την πλάτη της στο αγροτικό παρελθόν και τον πολιτισμό της. Αντικατοπτρίζει την ιστορία και τη γεωγραφία της.

5.8.5 Ρέικιαβικ, Ισλανδία

Η Ισλανδία προσφέρει ένα ειρηνικό περιβάλλον για διαβίωση ή τουρισμό. Προσφέρει εκτός από εξαιρετικό τοπίο, θερμές πηγές κ.λπ., την πρωτεύουσα της χώρας, το Ρέικιαβικ, το οποίο κατέκτησε τον τίτλο της δέκατης πιο φιλικής προς το περιβάλλον πόλης. Ο πληθυσμός είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που συμβάλλουν προς την κατεύθυνση ενός πιο πράσινου χώρου, με μόλις 126.100 κατοίκους, επιτρέποντας την τακτική πραγματοποίηση προσαρμοστικών αλλαγών. Μέχρι το 2040, το Ρέικιαβικ σχεδιάζει να εξαλείψει την παραγωγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, όχι μόνο προωθώντας το περπάτημα και την ποδηλασία, αλλά και τη χρήση των δημόσιων μέσων μεταφοράς. Ο λόγος πίσω από την προώθηση των μέσων μαζικής μεταφοράς είναι ότι η πόλη έχει ως στόχο να συνεχίσει να εισάγει λεωφορεία υδρογόνου και μόνο το 4% των ανθρώπων τα χρησιμοποιεί ούτως ή άλλως. Για να διασφαλιστεί ότι αυτό θα συμβεί, η πόλη έχει ως στόχο τον τριπλασιασμό του ποσοστού αυτού μέχρι το 2030. Εκτός από αυτό, η πόλη επένδυσε εκατομμύρια για τη δημιουργία ποδηλατοδρόμων και ενθαρρύνει τη χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων για τους 9.000 δημόσιους υπαλλήλους της, προσφέροντας δωρεάν στάθμευση και χαμηλότερους φόρους.

5.8.6 Βανκούβερ, Καναδάς

Το Βανκούβερ θεωρείται μια από τις πιο φιλικές - πράσινες πόλεις λόγω του συνδυασμού περιβάλλοντος, του ωκεανού, του δάσους και των βουνών. Γίνεται διαχείριση ποικίλων ειδών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, λόγω της γεωγραφικής θέσης που βρίσκεται, και του συνδυασμού νερού και αέρα. Καταλαμβάνοντας την ένατη θέση στον κατάλογο των πιο φιλικών προς το περιβάλλον πόλεων, το Βανκούβερ.

Η πόλη εγκαίνιασε την πρωτοβουλία Greenest City, η οποία έχει θέσει ρεαλιστικούς στόχους που μπορούν να επιτευχθούν στο εγγύς μέλλον. Από όλες τις μεγάλες πόλεις που βρίσκονται στη Βόρεια Αμερική, το Βανκούβερ παράγει τις χαμηλότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, γεγονός που αναδεικνύει τις προσπάθειες που καταβάλλει η τοπική αρχή για την καταπολέμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα μπορούσε δυνητικά να έχει η πόλη.



Εικόνα 5.21: Πανοραμική θέα του Βανκούβερ από το πάρκο Stanley, Βρετανική Κολομβία, Καναδάς

Υπάρχει πληθώρα στοιχείων που δείχνουν ότι το Βανκούβερ κάνει βήματα προς τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης πόλης για τους κατοίκους του.

5.8.7 Ελσίνκι, Φινλανδία

Ένας από τους μεγαλύτερους συντελεστές της οικονομίας του Ελσίνκι είναι ο τουρισμός, ο οποίος έχει οδηγήσει σε αύξηση των οικολογικών καταλυμάτων. Στην πραγματικότητα, περίπου το 75% των ξενοδοχειακών δωματίων στην πόλη έχουν πιστοποιηθεί ως φιλικά προς το περιβάλλον, ενώ όσα δεν έχουν δεσμευτεί πλήρως για την πίστη τους στον σκοπό αυτό, διαθέτουν κάποιο περιβαλλοντικό σχέδιο που καλύπτει όλες τις πτυχές της επιχείρησης, από τα τρόφιμα και το νερό μέχρι τη διαχείριση των αποβλήτων και την κατανάλωση ενέργειας. Συν τοις άλλοις, η Viikki είναι μια πράσινη συνοικία μέσα στην πόλη.



Εικόνα 5.22: Φωτογραφία της πόλης Ελσίνκι

Η κατοικημένη περιοχή των 23 εκταρίων επικεντρώνεται στη βιωσιμότητα και ως πειραματικό σχέδιο, η συνοικία έχει κάνει χρήση συστημάτων ηλιακής και αιολικής ενέργειας, σε τέτοιο βαθμό, ώστε εδώ βρίσκεται η πρώτη πολυκατοικία που χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια στη Φινλανδία. Η ιστορία του Viikki και το αγροτικό τοπίο διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στην ίδρυση της πόλης του Ελσίνκι. Κατά τη διάρκεια του Μεσαίωνα το Viikki ήταν ένα από τα πιο εύπορα χωριά γύρω από το Ελσίνκι. Μετά την ίδρυση της πόλης, το 1550, τα χωράφια του Viikki

περιήλθαν από τους αγρότες στο στέμμα. Από το 1946 τα χωράφια του Viikki χρησιμοποιούνται ως εγκαταστάσεις διδασκαλίας και έρευνας του Πανεπιστημίου.



Εικόνα 5.23: Οικολογική περιοχή Viikki, Φινλανδία



Εικόνα 5.24: Φωτογραφία της πράσινης περιοχής Viikki, Φινλανδία

Σήμερα οι μεγάλες αγροτικές εκτάσεις εξακολουθούν να δίνουν χαρακτήρα στο ανοιχτό τοπίο του Viikki. Οι οικολογικές ιδέες στο Viikki δημιουργήθηκαν σε δύο ανοιχτούς σχεδιασμούς. Ο πρώτος αφορούσε το σχέδιο πόλης και ο δεύτερος επικεντρώθηκε στο οικολογικό σχεδιασμό κτιρίων, στην εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, στην αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας, παθητικά και ενεργά υγιεινό εσωτερικό κλίμα, ευελιξία των κτιρίων, υγιεινά υλικά και κτίρια από ξύλο, διαχείριση επιφανειακών υδάτων ποιότητα των δημόσιων δρόμων και πάρκων. Στην οικολογική αυτή περιοχή, εντοπίζονται συνοπτικά τα παρακάτω:

- Απομακρύνθηκε πρώην αποστραγγιστικό κανάλι που χτίστηκε για να μοιάζει με φυσικό μικρό ποτάμι.
- Συλλογή επιφανειακών υδάτων από μεγάλες περιοχές.
- Επιβράδυνση κίνησης νερού και βελτιώνει την ποιότητα του νερού πριν φτάσει στον κόλπο Vanhakaupunki.
- Περιβάλλον διαβίωσης πρόσφορο για φυτά, πουλιά, μικρά ζώα και έντομα.
- Διήθηση και επιβράδυνση των επιφανειακών υδάτων μέσω της βλάστησης και του επιφανειακού εδάφους (όχι ασφαλτός).
- Μοτίβο σε σχήμα δακτύλου, "πράσινα δάχτυλα" με αγροτεμάχια μεταξύ των κατοικιών.
- Σχεδόν όλα τα σπίτια έχουν νότιο προσανατολισμό για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας.
- Ζώνη προστασίας από τον άνεμο, που σχηματίζεται από βλάστηση μεταξύ του ανοιχτού χωραφιού και της δομημένης περιοχής.

- 9 ξεχωριστά συστήματα ηλιακής θέρμανσης.
- Συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών είναι 1246m².
- Σχεδόν το ένα τρίτο των ενεργειακών απαιτήσεων για τη θέρμανση του ζεστού νερού χρήσης
- Περίπου 10 % των ετήσιων αναγκών θέρμανσης
- Ηλιακοί συλλέκτες ενσωματωμένοι σε κατασκευές μπαλκονιών.
- Παρακολουθούμενη περιοχή πιλοτικού έργου

5.8.8 Κέιπ Τάουν, Νότια Αφρική

Το Κέιπ Τάουν έχει εξαιρετικά καλές επιδόσεις από οικολογική άποψης. Στην πόλη αυτή αναζητούν πάντα νέες και καινοτόμες τεχνολογίες προκειμένου για τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης τοποθεσίας, σε τέτοιο βαθμό, που έχει αρχίσει να υιοθετεί αιολικά πάρκα για την παραγωγή ενέργειας ήδη από το 2008. Εξαιτίας αυτού, η πόλη έχει πλέον θέσει ως στόχο να αντλεί την ενέργειά της από ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2020, κάτι που γίνεται όλο και πιο ρεαλιστικό καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται. Εκτός από αυτό, η πόλη προσπαθεί να προωθήσει έναν πιο ιδεαλιστικό υπαίθριο τρόπο ζωής. Για να το ενθαρρύνει αυτό, η πόλη έχει επενδύσει σε ασφαλείς ποδηλατοδρόμους και η υπηρεσία ταχείας κυκλοφορίας My CiTi επιτρέπει τη δωρεάν επιβίβαση ποδηλάτων στα λεωφορεία για να βοηθήσει τους ανθρώπους να μετακινούνται χωρίς αυτοκίνητο.



Εικόνα 5.25: Η πόλη του Κεϊπ Τάουν, στη Νότιο Αφρική

Εκτός από τα παραπάνω, πολλοί άνθρωποι έχουν αρχίσει να καλλιεργούν τα δικά τους λαχανικά και να χρησιμοποιούν ηλιακούς συλλέκτες. Στο σχέδιο δράσης εντοπίζονται επτά βασικοί στόχοι:

- Εξασφάλιση ότι η πόλη διαθέτει κατάλληλες πολιτικές για την υποστήριξη των πράσινων προμηθειών, συμπεριλαμβανομένων των σχετικών διοικητικών εργαλείων.
- Μεγιστοποίηση της προμήθειας και της αγοράς βιώσιμων προϊόντων από τον Δήμο.
- Μεγιστοποίηση της προμήθειας και της αγοράς βιώσιμων υπηρεσιών από τον Δήμο.
- Αύξηση του αριθμού των πράσινων (αιεφόρων) κτιρίων που κατασκευάζει ο Δήμος, με μακροπρόθεσμο στόχο την πλήρη μετάβαση σε πράσινα/αιεφόρα κτίρια.
- Ενσωμάτωση των πράσινων προμηθειών στα μεγάλα έργα του Δήμου.
- Αποτελεσματική επικοινωνία με το κοινό, τους εργολάβους του Δήμου και το προσωπικό του Δήμου σχετικά με τις πράσινες προμήθειες.
- Παρακολούθηση και αξιολόγηση των επιδόσεων του Δήμου όσον αφορά τις πράσινες προμήθειες.

5.8.9 Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια

Το Σαν Φρανσίσκο είναι η έκτη πιο φιλική προς το περιβάλλον πόλη στον κόσμο - κάτι που σίγουρα εντυπωσιάζει, δεδομένου ότι ο πληθυσμός της είναι περίπου 860.000. Οι καινοτόμες ωστόσο λύσεις που έχουν υιοθετηθεί έχουν οδηγήσει σε έναν πιο βιώσιμο τρόπο ζωής για τους κατοίκους αυτού του εμβληματικού σκηνικού, διατηρώντας αυτή την τέλεια φήμη.



Εικόνα 5.26: Άποψη της πόλης του Σαν Φρανσίσκο στην Καλιφόρνια

Για να διασφαλιστεί ότι αυτή η πόλη της Καλιφόρνια θα παραμείνει στην πρώτη δεκάδα, υπάρχουν πολλοί τομείς εστίασης για τις τοπικές αρχές. Για παράδειγμα, με τεράστιες γνώσεις στη διαχείριση των αποβλήτων, το Σαν Φρανσίσκο σήμερα εκτρέπει το 80% των απορριμμάτων του μακριά από τις χωματερές. Εκτός από αυτό, οι αρχές προωθούν την απαγόρευση ορισμένων προϊόντων που προκαλούν ζημιά στο περιβάλλον. Έχει μάλιστα προωθήσει νομοθεσία για την απαγόρευση χρήσης πλαστικής σακούλας και πλαστικών μπουκαλιών νερού, μεταξύ άλλων. Αυτό είναι σίγουρα ένα βήμα προς τη σωστή κατεύθυνση για πιο ευεργετικά περιβαλλοντικά αποτελέσματα.



Εικόνα 5.27: Presidio, Σαν Φρανσίσκο, Καλιφόρνια

Μέσω αυτής της μοναδικής φιλικής προς το περιβάλλον δράσης η πόλη έχει μειώσει τα ετήσια απορρίμματα προς τις χωματερές κατά πάνω από 1,6 εκατομμύρια τόνους- μια σημαντική νίκη για την οικολογική προσπάθεια. Το οπτικό ισοδύναμο που μπορούμε να φέρουμε στο μυαλό μας είναι το γεγονός ότι η ίδια η γέφυρα Golden Gate ζυγίζει τα μισά από αυτά. Με αυτόν τον τρόπο, το Σαν Φρανσίσκο έχει ακυρώσει μια σημαντική ποσότητα αποβλήτων που καταλήγουν σε χωματερές κάθε χρόνο. Σε ολόκληρη την πόλη ένα σημαντικό 77% των δημοτικών αποβλήτων ανακυκλώνεται, ενώ η κομποστοποίηση παίζει σημαντικό ρόλο στις μεθόδους οικολογικής διάθεσης των αποβλήτων της πόλης. Περίπου 14 από τα 10.000 σπίτια βασίζονται στην ηλιακή ενέργεια, ποσότητα που διπλασιάζει περίπου τον μέσο όρο των ΗΠΑ, ενώ άλλα 1.000 ξενοδοχεία κατατάσσονται ως φιλικά προς το περιβάλλον ιδρύματα. Ακόμη και το 2010, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου του Σαν Φρανσίσκο ήταν θετικά χαμηλές, καθώς βρισκόνταν 14,5% κάτω από τα επίπεδα του 1990.

5.8.10 Πόρτλαντ, Όρεγκον

Οι αναφορές δείχνουν ότι το Όρεγκον έχει περίπου 647.000 κατοίκους - αριθμός που αυξάνεται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου. Η ίδια η πόλη έχει κάνει κάποιες αξιοσημείωτες αλλαγές για να διασφαλίσει ότι παίζει το ρόλο της στη βελτίωση του πλανήτη και του τρόπου ζωής όσων ζουν στην περιοχή. Το 25% των εργαζομένων στην πόλη μετακινούνται με ποδήλατο, με κοινόχρηστο αυτοκίνητο ή με τα μέσα μαζικής μεταφοράς, γεγονός που παρουσιάζει μεγάλα οφέλη για το περιβάλλον. Εξαιτίας αυτού, ο αριθμός των επιβατικών οχημάτων στους δρόμους έχει μειωθεί. Συν τοις άλλοις, εκτιμάται ότι υπάρχουν 250 μίλια ποδηλατοδρόμων, γεγονός που αναδεικνύει πόσο εύκολο και ασφαλές είναι να μετακινηθεί κανείς στην πόλη. Το 8% του πληθυσμού της πόλης χρησιμοποιεί το ποδήλατο ως κύρια μέθοδο μετακίνησης. Σε ότι αφορά στα απόβλητα της πόλης, το Πόρτλαντ παράγει 2.434.840 τόνους και ανακτά 1.235.924 τόνους από αυτά. Η πόλη χρησιμοποιεί κατά ποσοστό 33% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έχει πράσινους δρόμους, οικολογικές στέγες, δέντρα και άλλες πράσινες υποδομές για τη διαχείριση των όμβριων υδάτων, την προστασία της ποιότητας του νερού και τη βελτίωση της υγείας της λεκάνης απορροής. Τα αστικά ρέματα, τα δάση και οι υγρότοποι διαχειρίζονται τα όμβρια ύδατα με φυσικό τρόπο και αποτελούν μέρος της πράσινης υποδομής του Πόρτλαντ.



Εικόνα 5.28: Η βιώσιμη πόλη του Πόρτλαντ

Πάνω από το ένα τρίτο των 2.500 μιλίων σωλήνων αποχέτευσης του Πόρτλαντ είναι άνω των 80 ετών. Η πράσινη υποδομή προστατεύει το παλιό αποχετευτικό σύστημα και το κάνει να λειτουργεί πιο αποτελεσματικά κρατώντας τα όμβρια ύδατα έξω από υπονόμους. Η πράσινη υποδομή φέρνει τη φύση στην πόλη, η οποία μπορεί να βελτιώσει τόσο την ψυχική όσο και τη σωματική υγεία, να αυξήσει την αξία της ιδιοκτησίας, να εξοικονομήσει ενέργεια, να ενισχύσει τους βιότοπους της άγριας ζωής και να εξοικονομήσει χρήματα για πιο δαπανηρές υποδομές σωλήνων.

Στο Πόρτλαντ εφαρμόζεται το πρόγραμμα Treebate το οποίο παρέχει εφάπαξ πίστωση στον λογαριασμό νερού, αποχέτευσης και ομβριών υδάτων της πόλης, για τη φύτευση ενός δέντρου στις αυλές των κατοικιών. Το Treebate ενθαρρύνει τους πολίτες να φυτέψουν δέντρα που θα παρεμποδίζουν το νερό της βροχής, μειώνοντας την ποσότητα της απορροής των όμβριων υδάτων που συλλέγονται στο αποχετευτικό σύστημα κατά τη διάρκεια καταιγίδων και μειώνοντας τη ρύπανση των ποταμών. Τα μεγαλύτερα δέντρα μας βοηθούν να διαχειριζόμαστε περισσότερα όμβρια ύδατα από τα μικρότερα δέντρα, επομένως παρέχουμε μεγαλύτερο κίνητρο για μεγαλύτερα δέντρα.

5.8.11 Βερολίνο, Γερμανία

Το Βερολίνο είναι μια πόλη όπου οι πράσινες τάσεις ευδοκιμούν και ανθίζουν. Κατατάσσεται ενδεχομένως σε μια από τις πιο διάσημες πόλεις του κόσμου, με πληθυσμό άνω των 3,47 εκατομμυρίων κατοίκων και είναι τέταρτο στη λίστα με τις πιο πράσινες πόλεις του κόσμου. Μετά τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι κάτοικοι έγιναν εξαιρετικά αυτάρκεις και εκτιμούσαν τους

χώρους πρασίνου τους πολύ περισσότερο από ποτέ, μαθαίνοντας να καλλιεργούν τα δικά τους τρόφιμα και αυτή είναι μια τάση που πέρασε από γενιά σε γενιά.



Εικόνα 5.29: Απεικόνιση της πόλης του Βερολίνου

Με την αύξηση των ηλεκτρικών οχημάτων, το Βερολίνο έχει εγκαταστήσει περισσότερα από 400 σημεία φόρτισης σε όλη την πόλη και έχει ενθαρρύνει τους πολίτες να σκεφτούν την αλλαγή τύπου οχήματος. Όχι μόνο αυτό, αλλά οι κάτοικοι δεν βλέπουν την ανάγκη για προσωπικά αυτοκίνητα και επιλέγουν να μοιράζονται το ένα με το άλλο σε μια προσπάθεια να σώσουν τον πλανήτη. Οι Βερολινέζοι πάντα αγάλιαζαν τις βιώσιμες και πράσινες ιδέες. Για αυτούς, ο πλούτος των δημόσιων πάρκων της πόλης είναι αναπόσπαστο κομμάτι του τρόπου ζωής τους. Πολλοί Βερολινέζοι ενδιαφέρονται λιγότερο για τα αυτοκίνητα και περισσότερο για τα ποδήλατα. Αντί να περιβάλλουν τον εαυτό τους με βιομηχανικά μαζικά προϊόντα, μαθαίνουν πώς να φτιάχνουν έπιπλα ή ρούχα σε ιδιόχειρα εργαστήρια.

Το 2019, το Βερολίνο γίνεται ακόμη πιο πράσινο με την πρωτοβουλία Sustainable Meetings Berlin. Το Βερολίνο είναι μια εξαιρετικά πράσινη πόλη, με πληθώρα πράσινων χώρων, πάρκων και γηπέδων, καθώς και τάσεις από την αστική κηπουρική μέχρι τον vegan τρόπο ζωής. Στην πραγματικότητα, πάνω από το 30% της έκτασης της πόλης είναι χώροι πρασίνου και δασικές εκτάσεις. Με 2.500 πάρκα και κήπους, 440.000 δέντρα και 180 χιλιόμετρα πλωτών υδάτινων οδών, το Βερολίνο συνδυάζει την αίσθηση της μεγαλούπολης με ειδυλλιακούς χώρους πρασίνου.

Οι επισκέπτες από όλο τον κόσμο εκπλήσσονται πάντα με το πόσο οικολογικά συνειδητοποιημένη είναι η ζωή και η διατροφή στο Βερολίνο, με αγγούρια από κοινοτικούς κήπους και μέλι από κήπους στις ταράτσες.



Εικόνα 5.30: Στιγμιότυπο του Πάρκου Tempelhofer Freiheit, πηγή: Visit Berlin / dagmar Schwelle

Τον Οκτώβριο του 2008, μετά τον παροπλισμό του παλιού αεροδρομίου Tempelhof, έμεινε ένας τεράστιος ελεύθερος χώρος στην καρδιά της πόλης. Το 2010, αυτή η έκταση 355 εκταρίων χαρακτηρίστηκε ως πάρκο, πολύ μεγαλύτερο από το Tiergarten του Βερολίνου μεταξύ της Πύλης του Βρανδεμβούργου και του ζωολογικού κήπου του Βερολίνου, και το δεύτερο μεγαλύτερο πάρκο εντός της πόλης σε όλη τη Γερμανία. Για τους Βερολινέζους και τους τουρίστες, το πάρκο Tempelhofer Freiheit είναι σαν μια θάλασσα πρασίνου, ένας χώρος με χώρο για άθληση και διασκέδαση για όλους και ιδανικός χώρος για μεγάλες εκδηλώσεις.



Εικόνα 5.31: Λαχανικά από το αγρόκτημα κατευθείαν στο πιάτο, πηγή: Visumate Infarm

Στο Βερολίνο, το μαρούλι δεν φυτρώνει πλέον στα χωράφια, αλλά σε μονάδες κάθετης καλλιέργειας με γυάλινα τοιχώματα - και πώς αυτό λειτουργεί μπορείτε να το δείτε στην περιοχή Kreuzberg. Εκεί, μια νεοφυής επιχείρηση έχει δημιουργήσει ένα εργαστήριο για την καλλιέργεια λαχανικών σε κάθετες εσωτερικές φάρμες. Οι ψηλές γυάλινες μονάδες είναι γεμάτες με βότανα και μαρούλια σε ειδικούς δίσκους που γυρίζουν αργά κάτω από φώτα LED.

Τα προϊόντα που καλλιεργούνται εδώ όχι μόνο παρακολουθούνται και ελέγχονται ψηφιακά, αλλά έχουν και τη συντομότερη αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων μέχρι τον τελικό καταναλωτή. Φτάνουν στο πιάτο όσο το δυνατόν πιο φρέσκα - και όλα αυτά χωρίς απόβλητα συσκευασίας. Η ιδέα αυτή έχει κερδίσει το λιανικό εμπόριο του Βερολίνου, σούπερ μάρκετ, εστιατόρια και αποθήκες φιλοξενούν ήδη 50 μονάδες εσωτερικής καλλιέργειας.

Good Bank: Φρέσκια συγκομιδή - κατευθείαν στο πιάτο



Εικόνα 5.32: Ελκυστικός χώρος πρασίνου για αναψυχή στις συνοικίες Kreuzberg και Schöneberg του Βερολίνου

Η πολιτική αστικού πρασίνου του Βερολίνου έχει μετατρέψει παλιές μάντρες και γραμμές τροchioδρόμων σε χώρους πρασίνου. Το Gleisdreieck, που πήρε το όνομά του από μια σιδηροδρομική οδογέφυρα που κατασκευάστηκε το 1903, συνδέει το πάρκο Tiergarten με τις νότιες συνοικίες Schöneberg και Kreuzberg. Με τους εκτεταμένους πράσινους χλοοτάπητες, το Park am Gleisdreieck είναι ένα δημοφιλές μέρος χαλάρωσης για τους ντόπιους επιχειρηματίες καθώς και για τους επισκέπτες της Potsdamer Platz, ενώ ένα παλιό αμαξοστάσιο Tempelhof, το οποίο είχε εγκαταλειφθεί και ήταν κατάφυτο, αποτελεί σήμερα ένα ασυνήθιστο και μαγευτικό πάρκο. Το δάσος που μοιάζει με ζούγκλα στο φυσικό πάρκο φιλοξενεί τεράστιο αριθμό ζώων, πουλιών και φυτών.



Εικόνα 5.33: Το κανάλι στην περιοχή Kreuzberg του Βερολίνου, πηγή: Επίσκεψη στο Βερολίνο / Dagmar Schwelle
Στον απόηχο του κινήματος guerrilla gardening, όλο και περισσότεροι κάτοικοι συμβάλλουν στο να γίνει το Βερολίνο ακόμα πιο πράσινο. Από τη φύτευση της μεσαίας λωρίδας στους κεντρικούς δρόμους μέχρι την επαναχρησιμοποίηση παραμελημένων φυτοδοχείων ή τους "λάκκους δέντρων" γύρω από τα δέντρα της πόλης - παντού υπάρχουν νέες πράσινες εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για λουλούδια, φυτά ή λαχανικά. Οι Κήποι του Κόσμου στο πάρκο αναψυχής Marzahn παρουσιάζουν την τέχνη της διαμόρφωσης του τοπίου με διάφορες παραδόσεις από όλο τον κόσμο, δημιουργώντας ένα σύνολο κήπων μοναδικό στην Ευρώπη. Το Βερολίνο κατατάσσεται ως ένα από τα 5 κορυφαία κέντρα νεοφυών επιχειρήσεων παγκοσμίως. Και εδώ, φυσικά, οι προωθητικές προσεγγίσεις για τη βιωσιμότητα παίζουν καθοριστικό ρόλο.



Εικόνα 5.34: Τεχνολογικό Πάρκο Βερολίνου-Adlershof

Οι επισκέπτες του Βερολίνου απολαμβάνουν επίσης μια ποικιλία επιλογών πράσινης μετακίνησης με ποδήλατο, ηλεκτρονικό ποδήλατο, Velotaxi ή ακόμη και κανό και συνδυάζεται η πράσινη μετακίνηση με μια διαμονή σε ένα από τα περίπου 50 βιώσιμα ξενοδοχεία της πόλης. 33 από αυτά τα ξενοδοχεία συμμετέχουν στο πρόγραμμα Sleep & Charge, παρέχοντας στους επισκέπτες τους επιτόπιους σταθμούς φόρτισης για τα ηλεκτρικά τους αυτοκίνητα και συμβάλλοντας στο να γίνει ο τουρισμός στο Βερολίνο πιο βιώσιμος.

Με περίπου 550 σταθμούς φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων, η πόλη κατέχει την πρώτη θέση στην κατάταξη στη Γερμανία. Ο πρωτοποριακός της ρόλος σε αυτόν τον τομέα υπογραμμίζεται περαιτέρω από πάνω από 270 έργα που παρέχουν τοπικά παραγόμενη ενέργεια, περισσότερους από 1.500 κοινόχρηστους σταθμούς θέρμανσης/ενέργειας ή μικροεργοστάσια παραγωγής ενέργειας και περίπου 6.000 φωτοβολταϊκά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας. Το Βερολίνο αναμένεται να είναι κλιματικά ουδέτερο έως το 2050.

5.8.12 Στοκχόλμη, Σουηδία

Με 14 νησιά και περισσότερες από 50 γέφυρες, η Στοκχόλμη έχει κάνει τις απαραίτητες βελτιώσεις για να βοηθήσει τους πολίτες της να ακολουθήσουν έναν πιο βιώσιμο τρόπο ζωής. Η πόλη έχει ως στόχο να καταργήσει τη χρήση ορυκτών καυσίμων μέχρι το 2040 και το κάνει αυτό εφαρμόζοντας νέες πολιτικές που ενθαρρύνουν μια πιο πράσινη κοινωνία - με επενδυτική βοήθεια από την Ευρωπαϊκή Ένωση για να γίνει πιο «έξυπνη». Συν τοις άλλοις, τα βιοκαύσιμα γίνονται όλο και πιο δημοφιλή και παράγονται από απόβλητα λυμάτων, τροφοδοτώντας οχήματα σε όλη την πόλη. Η Στοκχόλμη έχει επίσης τη δυνατότητα να επαναχρησιμοποιεί την παραγόμενη θερμότητα από στάδιο 30.000 θέσεων. Η ανακτημένη θερμότητα βοηθάει στη θέρμανση άνω των 1.000 διαμερισμάτων με αποτελεσματική χρήση βιώσιμων μεθόδων.



Εικόνα 5.35: Φωτογραφία Στοκχόλμης

5.8.13 Άμστερνταμ, Κάτω Χώρες

Το Άμστερνταμ καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση στη λίστα με τις πιο πράσινες πόλεις. Για να γίνει πιο βιώσιμη και να εξαλείψει τις αρνητικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, η πόλη ήταν από τις πρώτες που περιέγραψε μέτρα βιωσιμότητας - με στόχο να επιτύχει αποτελέσματα μέχρι το 2020. Αν και η πόλη συνδέεται με την ποδηλασία, οι αρχές προσπαθούν να μειώσουν τον αριθμό των εκπομπών που εκπέμπονται με την εισαγωγή ηλεκτρικών οχημάτων σε όλη την πόλη, η οποία συνοδεύεται από περίπου 300 σημεία φόρτισης. Τα σπίτια προσπαθούν επίσης να γίνουν πιο φιλικά προς το περιβάλλον. Όλο και περισσότεροι ιδιοκτήτες σπιτιών αρχίζουν να εγκαθιστούν ηλιακούς συλλέκτες στις στέγες και να καλλιεργούν τα δικά τους τρόφιμα ή, εναλλακτικά, να αγοράζουν από τις τοπικές λαϊκές αγορές, γεγονός που με τη σειρά του επιστρέφει χρήματα στην τοπική οικονομία. Η Ολλανδία διαθέτει πάνω από 35.000 χιλιόμετρα ποδηλατοδρόμων. Σύμφωνα με στοιχεία του τοπικού παραρτήματος της Διεθνούς Ένωσης Ποδηλασίας, από μια διασταύρωση στην Ουτρέχτη περνούν καθημερινά περίπου 28.000 ποδηλάτες. Η συνολική χρήση του ποδηλάτου στην Ολλανδία εκτιμάται ότι αντιστοιχεί σε κάθε Ολλανδό που κάνει πετάλι περίπου 880 χιλιόμετρα ετησίως.



Εικόνα 5.36: Η πρώτη “αδιάβροχη – πράσινη” στάση του τραμ στο Άμστερνταμ

Η πόλη σχεδιάζει να αντικαταστήσει όλα τα πετρελαιοκίνητα λεωφορεία με λεωφορεία μηδενικών εκπομπών, καθώς και να αυξήσει τον στόλο των ηλεκτρικών ταξί. Παράλληλα, τίθενται σε εφαρμογή χρηματοδοτικά πακέτα, ώστε τα μέλη του κοινού να μπορούν να αντικαταστήσουν τα παλαιότερα οχήματα με ηλεκτρικά. Τα πιο ρυπογόνα οχήματα θα περιοριστούν επίσης από την πρόσβαση σε ορισμένες περιοχές της πόλης. Αν επιτύχει τους στόχους του, το Άμστερνταμ θα είναι μια από τις πιο πράσινες πρωτεύουσες στον κόσμο. Στο Άμστερνταμ λειτουργούν επίσης εστιατόρια ανακύκλωσης φαγητού που περισσεύει με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια οι αλυσίδες αυτών των καταστημάτων να έχουν σώσει συνολικά 480.000 κιλά τροφίμων από τη σπατάλη. Τέλος έχουν συναφθεί συμφωνίες προκειμένου τα αεροδρόμια να λειτουργούν αποκλειστικά με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σε ένα βήμα μείωσης του τεράστιου αποτυπώματος άνθρακα που παρουσιάζουν.



Εικόνα 5.37: Εικόνες από τις ανεμογεννήτριες στις επαρχίες του Άμστερνταμ

5.8.14 Κοπεγχάγη, Δανία

Χάρη στις συνεχείς επενδύσεις σε πράσινες εναλλακτικές λύσεις, η Κοπεγχάγη κατέχει την πρώτη θέση στη λίστα με τις πιο φιλικές προς το περιβάλλον πόλεις του κόσμου. Η πόλη προσφέρει υψηλή ποιότητα ζωής στους κατοίκους της και έχει φιλόδοξο στόχο να γίνει ακόμη πιο φιλική προς το περιβάλλον. Η πρωτεύουσα πρόκειται επίσης να γίνει η πρώτη πόλη με ουδέτερο ισοζύγιο CO₂ μέχρι το 2025. Περισσότεροι άνθρωποι απολαμβάνουν την ποδηλασία παρά τη χρήση οχήματος για τις μετακινήσεις τους, καθώς μόνο το 29% των νοικοκυριών διαθέτει αυτοκίνητο, ενώ η πόλη έχει δημιουργήσει ακόμη περισσότερους ποδηλατοδρόμους. Η δημοτικότητα της ποδηλασίας έχει αυξηθεί ακόμη περισσότερο, καθώς τα περισσότερα ξενοδοχεία σε όλη την πόλη παρέχουν πλέον στους επισκέπτες ποδήλατα. Εκτιμάται ότι η Κοπεγχάγη έχει πλέον ξεπεράσει το Άμστερνταμ και έχει γίνει η πιο φιλική προς το ποδήλατο πόλη στον κόσμο. Η βιολογική διατροφή είναι επίσης μια νέα τάση στην πόλη. Το 24% των συνολικών πωλήσεων τροφίμων στην πόλη είναι βιολογικά προϊόντα. Εκτός από αυτό, το 88% των τροφίμων που σερβίρονται σε δημόσιους οργανισμούς είναι στην πραγματικότητα βιολογικά. Η Κοπεγχάγη υιοθετεί διαρκώς νέους τρόπους για την ανάπτυξη ενός φιλικού προς το περιβάλλον τρόπου ζωής.

5.8.15 Μπασέλ, Ελβετία

Η πόλη της Βασιλείας είναι πολύ ξεκάθαρη σε ότι αφορά στις πράσινες στέγες. Από το 2002, σύμφωνα με τον νόμο για τα κτίρια και τις κατασκευές, κάθε νέο και μετασκευασμένο κτίριο με επίπεδη στέγη πρέπει να διαθέτει πράσινη στέγη. Με αυτόν τον νόμο η πόλη σχεδιάζει να μειώσει τις θερμοκρασίες, να εξοικονομήσει ενέργεια και να διατηρήσει την τοπική βιοποικιλότητα. Στη Βασιλεία ο εκτιμώμενος αριθμός των ημερών με θερμοκρασία άνω των 30 °C θα αυξηθεί από 10,5 (1981-2010) σε 24,7 το 2035, οπότε η πρωτοβουλία αυτή είναι αναγκαία. Εκτός του ότι καθιστούν την πόλη πιο βιώσιμη κατά τη διάρκεια των καυσώνων και βελτιώνουν την τοπική βιοποικιλότητα, οι πράσινες στέγες συμβάλλουν στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, των αερίων του θερμοκηπίου και των πλημμυρών.

5.8.16 Ντουμπάι

Εμπνευσμένο από άλλα πράσινα έργα από όλο τον κόσμο, το The Sustainable City έχει χτιστεί με γνώμονα την περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική βιωσιμότητα στο Ντουμπάι. Ο χώρος στάθμευσης και τα κτίρια διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες, οι οποίοι παρέχουν το 60% της απαιτούμενης ενέργειας. Τα συστήματα αποβλήτων διασφαλίζουν ότι το 100% των αποβλήτων και του νερού ανακυκλώνεται. Η περιοχή είναι μια ζώνη χωρίς αυτοκίνητα, όπου ενθαρρύνεται το περπάτημα και το ποδήλατο.



Εικόνα 5.38: Η βιώσιμη πόλη του Ντουμπάι

Μέσα από το κέντρο της συνοικίας διατρέχει ένα πάρκο γεμάτο με 11 θερμοκήπια με βιολογικό θόλο συνολικής χωρητικότητας άνω των 3.000 τετραγωνικών μέτρων για αστική γεωργία. Ένας από τους τρόπους με τους οποίους εκπληρώνεται η κοινωνική πτυχή, είναι με την κατασκευή του Sanad Village, το οποίο είναι ειδικά σχεδιασμένο για να φιλοξενεί άτομα στο φάσμα του αυτισμού, με τις οικογένειές τους.

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: Προστιθέμενη αξία πρασίνου στο αιεφόρο κτίριο

6.1 Προστιθέμενη αξία πρασίνου, ολοκληρωμένο πλαίσιο

Τα αιεφόρα κτίρια είναι κτίσματα που εξοικονομούν ενέργεια και λαμβάνουν υπόψη την προστασία του περιβάλλοντος, ενώ η αιεφορία τους πιστοποιείται με συγκεκριμένη διαδικασία και συγκεκριμένα κριτήρια σχεδιασμού και κατασκευής. Ο βασικός στόχος των αιεφόρων κτιρίων είναι η εξοικονόμηση πόρων όπως είναι τα υλικά, η ενέργεια και το νερό, η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και η μείωση των εκπομπών CO₂ κατά τον κύκλο ζωής τους. Επιπλέον, στοχεύουν στο να παρέχουν συνθήκες άνεσης στους ενοίκους τους μέσω κατάλληλων υλικών. Βασικό χαρακτηριστικό των κτιρίων αυτών είναι ο βέλτιστος συνδυασμός τεχνικών χαρακτηριστικών καθώς και των διαδικασιών διαχείρισης και λειτουργίας του.



Εικόνα 6.1: Η αξία του πρασίνου σε μια γκρι πόλη, <https://www.archdaily.com/976437/how-singapore-is-pioneering-the-way-to-creating-a-greener-urban-environment>

Τα βασικά χαρακτηριστικά των κτιρίων αυτών είναι:

- Βιοκλιματικός σχεδιασμός και θερμική θωράκιση του κελύφους τους.
- Υψηλός δείκτης ενεργειακής απόδοσης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.
- Χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον και συνθήκες άνεσης.
- Διαχείριση και εξοικονόμηση υδάτινων πόρων.
- Ελαχιστοποίηση, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και διαχείριση αποβλήτων.
- Χαμηλή ρύπανση κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας.

Το πράσινο είναι από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των κτιρίων αυτών. Είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος ενσωμάτωσης φυσικών στοιχείων σε αυτά δημιουργώντας μια ισορροπία μεταξύ αστικοποίησης και περιβάλλοντος. Εκτός από την αισθητική, το πράσινο παρέχει πολυάριθμα περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

Ένα από τα πιο σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη του πρασίνου στα κτίρια είναι ότι μπορεί να μειώσει το αποτύπωμα άνθρακα των κτιρίων και να μετριάσει το φαινόμενο της αστικής θερμνησίδας. Αστική θερμνησίδα λέγεται το φαινόμενο κατά το οποίο η θερμοκρασία στο κέντρο μιας πόλης είναι μεγαλύτερη απ' αυτή των προαστίων και της αγροτικής περιοχής που την περιβάλλει.

Τα φυτά απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και απελευθερώνουν οξυγόνο, λειτουργώντας έτσι σαν ένα φυσικό φίλτρο και άρα βελτιώνοντας την ποιότητα του αέρα.

Επιπλέον, το πράσινο προσφέρει σκιά, λειτουργώντας αντίστοιχα σαν μονωτικό, μειώνοντας την ανάγκη για κλιματισμό και κατά συνέπεια μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας.

Το πράσινο στα κτίρια, επίσης, οδηγεί σε χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας. Οι πράσινες στέγες και οι τοίχοι μπορούν να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής των στεγών, μειώνοντας την ανάγκη για δαπανηρές επισκευές και αντικαταστάσεις. Επιπλέον, το πράσινο βελτιώνει την αξία των ακινήτων καθώς τα κτίρια με πράσινο θεωρούνται πιο ελκυστικά και φιλικά προς το περιβάλλον.

Η βελτίωση της ψυχικής υγείας και της ευεξίας είναι ένα από τα κοινωνικά οφέλη του πράσινου κτιρίου. Μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση στο πράσινο μπορεί να μειώσει τα επίπεδα του στρες και να βελτιώσει τη διάθεση. Επιπλέον, το πράσινο μπορεί να δημιουργήσει πιο ευχάριστες και φιλόξενους δημόσιους χώρους, προωθώντας έτσι τη συμμετοχή και την αλληλεπίδραση της κοινότητας. Το πράσινο μπορεί επίσης να προωθήσει τη βιοποικιλότητα, η οποία μπορεί να δημιουργήσει πιο διαφορετικά οικοσυστήματα και ενδιαιτήματα.

Το πράσινο στα βιώσιμα κτίρια μπορεί να υλοποιηθεί με πολλές μορφές, οι οποίες περιλαμβάνουν τις πράσινες στέγες, τους πράσινους τοίχους, και το πράσινο εσωτερικού χώρου. Οι πράσινες στέγες αποτελούνται από ένα στρώμα βλάστησης τοποθετημένο στην κορυφή της οροφής, ενώ οι πράσινοι τοίχοι είναι τοίχοι καλυμμένοι με βλάστηση. Τα φυτά εσωτερικού χώρου μπορούν να τοποθετηθούν σε όλο το κτίριο, συμπεριλαμβανομένων των λόμπι, των διαδρόμων και των γραφείων. Όλες αυτές οι μορφές πρασίνου προσφέρουν τα οφέλη που αναφέρθηκαν παραπάνω και τα οποία παρουσιάζονται λεπτομερέστερα στις επόμενες ενότητες.

6.2 Πράσινη δροσερή στέγη

Οι στέγες έχουν κρίσιμο ρόλο στη συνολική βιωσιμότητα και ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Οι δροσερές και οι πράσινες στέγες είναι δύο τύποι συστημάτων στέγης που κερδίζουν έδαφος τα τελευταία χρόνια λόγω της ικανότητάς τους να μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, να μειώνουν τις επιπτώσεις των αστικών θερμικών νησίδων και να βελτιώνουν την ποιότητα του αέρα.

Οι δροσερές στέγες είναι συστήματα στέγης που αντανακλούν περισσότερο το ηλιακό φως και απορροφούν λιγότερη θερμότητα από τις παραδοσιακές στέγες. Κατασκευάζονται με ανακλαστικά υλικά όπως λευκές, ανοιχτόχρωμες ή επικαλυμμένες μεμβράνες στέγης, κεραμίδια ή βότσαλα. Οι ψυχρές στέγες μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή υφιστάμενα κτίρια και μπορούν να μειώσουν τη θερμοκρασία της επιφάνειας της στέγης έως και 50 βαθμούς Φαρενάιτ, γεγονός που με τη σειρά του μειώνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στο κτίριο.



Εικόνα 6.2: Φυτεμένη στέγη <https://psci.princeton.edu/tips/2022/7/8/all-about-green-roofs>

Οι δροσερές στέγες παρουσιάζουν μια σειρά πλεονεκτημάτων όπως:

- Μείωση της ποσότητας θερμότητας που απορροφάται από το κτίριο, μειώνοντας την ανάγκη για κλιματισμό και μειώνοντας το ενεργειακό κόστος. Εξοικονόμηση ενέργειας.
- Μείωση της συνολικής θερμοκρασίας των αστικών περιοχών και βελτίωση της ποιότητας αέρα.
- Παράταση της ζωής των υλικών της στέγης, μειωμένες ανάγκες και κόστη αντικατάστασης, λόγω έκθεσης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.
- Βελτίωση της άνεσης των ενοίκων, λόγω μείωσης της θερμότητας που απορροφάται από το κτίριο.

Οι πράσινες ή αλλιώς ζωντανές στέγες είναι συστήματα στέγης που ενσωματώνουν βλάστηση και καλλιεργούμενα μέσα. Συνήθως αποτελούνται από διάφορα στρώματα, συμπεριλαμβανομένων μιας αδιάβροχης μεμβράνης, ενός φράγματος ριζών και υδρατμών, ενός στρώματος αποστράγγισης και ενός καλλιεργητικού μέσου και των φυτών. Οι πράσινες στέγες μπορούν να εγκατασταθούν σε νέα ή υφιστάμενα κτίρια και προσφέρουν πολλά οφέλη, μεταξύ των οποίων:

- Εξοικονόμηση ενέργειας.
- Παροχή σκιάς, εξατμισοδιαπνοής και μείωσης των αστικών θερμοκρασιών.
- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα.
- Προστασία των υλικών από υπερϊώδη ακτινοβολία, επομένως αυξημένη διάρκεια ζωής τους.
- Απορρόφηση τμήματος των ομβρίων υδάτων, που οδηγεί σε μείωση των πιθανοτήτων για πλημμύρες.
- Βελτιωμένη βιοποικιλότητα των αστικών περιοχών, δεδομένου ότι παρέχουν βίοτοπο για φυτά, έντομα και πουλιά.

Οι δροσερές και πράσινες στέγες βρίσκουν εφαρμογή τόσο σε νέα όσο και σε υφιστάμενα κτίρια. Η διαδικασία εφαρμογής τους περιλαμβάνει βήματα όπως, αξιολόγηση της τοποθεσίας, παραγόντων όπως κλίση της στέγης, απαιτήσεων και αναγκών κτιρίου, καταλληλότητα φυτών ή ανακλαστικών επιφανειών και τέλος εξειδίκευση του συνεργείου που θα υλοποιήσει το έργο.

6.3 Συστήματα κάθετου πρασίνου

Πρόκειται για πράσινους διαχωριστικούς τοίχους οι οποίοι οδηγούν σε χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασίας αέρα και υψηλότερη υγρασία, αποτελώντας ένα είδος πράσινου κλιματισμού. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά λειτουργούν και ως στοιχεία ηχομόνωσης και φράγματα θορύβου στο εσωτερικό γραφείων ανοικτού χώρου, στα οποία είναι σύνηθες το πρόβλημα θορύβου. Τα συστήματα αυτά οδηγούν σε θετικές επιδράσεις στη θερμική άνεση, όπως έχει αποδειχθεί σε σχετικές μελέτες σε όλο το φάσμα των εποχών και θερμοκρασιών που οδηγούν σε μειωμένη κατανάλωση ενέργειας. Ωστόσο, απαιτείται μεγάλος αριθμός φυτών για να έχουν σημαντικό αποτέλεσμα ψύξης, το οποίο στη συνέχεια επηρεάζεται επίσης σε μεγάλο βαθμό από τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και τα πρότυπα χρήσης.

6.4 Κάθετοι κήποι

Πρόκειται για ζωντανά έργα τέχνης τα οποία προσφέρουν σημαντικά οφέλη στο δυσμενές αστικό τοπίο όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα, με την σημαντική έλλειψη χώρων πρασίνου, καθώς καθαρίζουν τον αέρα που αναπνέουμε, κάνουν την ζωή πιο βιώσιμη και προσθέτουν πράσινο στο γκρίζο τοπίο της πόλης. Είναι αυτόνομα συστήματα κήπων, όπου η φύτευση γίνεται στις κάθετες επιφάνειες των κτιρίων, και προσαρμόζονται ιδανικά σε κάθε χώρο (εσωτερικό ή εξωτερικό) και

μέγεθος. Αποτελούνται από ειδικά πλαίσια και υλικά, που σε συνδυασμό με το φυτικό υλικό, προσθέτουν ωφέλιμη μόνωση στο κέλυφος του κτιρίου. Λειτουργούν υδροπονικά (χωρίς χώμα), με αποτέλεσμα τα φυτά να μην κινδυνεύουν από τα παθογόνα του εδάφους και παράλληλα, χωρίς το βάρος του χώματος, να αποτελούν μια κατασκευή με λιγότερο φορτίο για το κτίριο. Συνήθως ταξινομούνται σε πράσινες προσόψεις ή ζωντανούς τοίχους, ανάλογα με τη μέθοδο καλλιέργειάς τους. Ζωντανοί τοίχοι μπορούν να υποστηρίξουν τη βλάστηση που ριζώνει στους τοίχους ή στα υποστρώματα που είναι προσαρτημένα στους τοίχους, ενώ οι πράσινες προσόψεις κατασκευάζονται από τα αναρριχώμενα φυτά που είναι προσαρτημένα απευθείας στην επιφάνεια του τοίχου, όπως αναφέρθηκε παραπάνω.



Εικόνα 6.3: Η αξία του κάθετου κήπου στις κατοικίες <https://futurism.com/meet-the-worlds-largest-vertical-gardenapartment-building-2>

Τα κατακόρυφα συστήματα πρασίνου μπορούν να λειτουργήσουν ως παθητικά συστήματα για την εξοικονόμηση ενέργειας, μέσω παρεμπόδισης της ηλιακής ακτινοβολίας. Επιπλέον έχει διαπιστωθεί ότι τα συστήματα κατακόρυφου πρασίνου μειώνουν την επιφανειακή θερμοκρασία των προσόψεων του κτιρίου, μειώνοντας έτσι και το απαιτούμενο φορτίο ψύξης το οποίο αποτελεί ενεργειακή δαπάνη.

Το κύριο αποτέλεσμα ψύξης είναι η εξαμισοδιαπνοή (εξάτμιση + διαπνοή), η οποία καθορίζεται βασικά από τη διαθεσιμότητα της υγρασίας (και ανεμοπαροχή), τη φυτοκάλυψη, τη βροχόπτωση, την άρδευση και την υγρασία. Η βλάστηση τροποποιεί την επιφανειακή τραχύτητα και το ρεύμα του ανέμου, μεταβάλλοντας έτσι την ανταλλαγή θερμότητας με συναγωγή. Η ενσωμάτωση της βλάστησης έχει αντίκτυπο στη διαδικασία σχεδιασμού του κτιρίου και στη χρήση της ενέργειάς του. Η κύρια επίδραση του πρασίνου στη θερμορύθμιση του κτιρίου είναι ότι παρέχεται μόνωση και σκίαση στο κέλυφος του κτιρίου, η οποία οδηγεί σε πιο σταθερές εσωτερικές θερμοκρασίες.

6.5 Αίσθημα άνεσης και ικανοποίησης ενοίκων

Η ικανοποίηση των ενοίκων αποτελεί βασικό παράγοντα για την επιτυχία των πράσινων κτιρίων. Τα πράσινα κτίρια δίνουν προτεραιότητα στην υγεία και την ευημερία των ανθρώπων, ενώ παράλληλα ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Παράγοντες όπως η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, ο φυσικός φωτισμός και η θέα, η ενεργειακή απόδοση, η αποδοτικότητα του νερού και η πρόσβαση σε χώρους πρασίνου συμβάλλουν στην ικανοποίηση των ενοίκων.

Τα πράσινα κτίρια που δίνουν προτεραιότητα στην ικανοποίηση των ενοίκων έχουν περισσότερες πιθανότητες να είναι μακροπρόθεσμα επιτυχημένα και να επιτύχουν τους στόχους βιωσιμότητάς

τους. Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται και κατασκευάζονται έτσι ώστε να έχουν ελάχιστες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να προάγουν την υγεία και την ευημερία των ανθρώπων. Είναι ενεργειακά αποδοτικά, βιώσιμα και ενσωματώνουν ανανεώσιμα υλικά και τεχνολογίες. Τα τελευταία χρόνια, τα πράσινα κτίρια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή λόγω των θετικών τους επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην υγεία. Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που συμβάλλουν στην ικανοποίηση των ενοίκων κατά τη διαβίωση σε πράσινα κτίρια.

Τα πράσινα κτίρια έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να έχουν ανώτερη ποιότητα εσωτερικού αέρα σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση υλικών χαμηλής περιεκτικότητας σε πτητικές οργανικές ενώσεις, με αποτελεσματικά συστήματα εξαερισμού και με τη διατήρηση των βέλτιστων επιπέδων θερμοκρασίας και υγρασίας. Η βελτιωμένη ποιότητα του εσωτερικού αέρα έχει ως αποτέλεσμα καλύτερα αποτελέσματα για την υγεία των ενοίκων, γεγονός που με τη σειρά του οδηγεί σε μεγαλύτερη ικανοποίηση.

Ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στην ικανοποίηση των ενοίκων που ζουν σε πράσινα κτίρια είναι ο φυσικός φωτισμός και η θέα. Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται έτσι ώστε να μεγιστοποιούν το φυσικό φως και τη θέα στο περιβάλλον. Αυτό έχει διαπιστωθεί ότι έχει θετικό αντίκτυπο στην ευημερία, την παραγωγικότητα και την ικανοποίηση των ενοίκων. Η έκθεση στο φυσικό φως έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει τη διάθεση, μειώνει το άγχος και αυξάνει την παραγωγικότητα. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η θέα στη φύση μειώνει το στρες και βελτιώνει τη γνωστική λειτουργία.

Η ενεργειακή απόδοση είναι επίσης ένας παράγοντας που συμβάλλει στην ικανοποίηση των ενοίκων κατά τη διαβίωση σε πράσινα κτίρια. Τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν ως αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας, βελτιωμένη ποιότητα εσωτερικού αέρα και μεγαλύτερη άνεση για τους ενοίκους. Επιπλέον, η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή ή η αιολική ενέργεια, καθώς και η αποδοτικότητα ως προς την κατανάλωση νερού αποτελούν στοιχεία που προσφέρουν αίσθημα ικανοποίησης στους ενοίκους που έχουν περιβαλλοντική συνείδηση.

Η αποδοτικότητα στην κατανάλωση νερού επιτυγχάνεται με χρήση εξαρτημάτων χαμηλής ροής, συστημάτων συλλογής βρόχινου νερού και την επαναχρησιμοποίηση του γκρίζου νερού. Τα κτίρια που είναι αποδοτικά ως προς την κατανάλωση νερού μπορούν να οδηγήσουν σε χαμηλότερους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας και σε μειωμένο αντίκτυπο στο περιβάλλον. Τέλος, η πρόσβαση σε χώρους πρασίνου είναι ένας άλλος παράγοντας που συμβάλλει στην ικανοποίηση των ενοίκων από τη διαβίωση σε πράσινα κτίρια. Ως χώροι πρασίνου νοούνται οι πράσινες στέγες, οι κήποι στον τελευταίο όροφο και σε εξωτερικούς χώρους. Έχει διαπιστωθεί ότι η πρόσβαση σε χώρους πρασίνου βελτιώνει τη διάθεση, μειώνει το άγχος, αυξάνει τη σωματική δραστηριότητα και επομένως την ικανοποίηση των ενοίκων.

6.6 Οικονομικά οφέλη πρασίνου

Τα πράσινα κτίρια γίνονται όλο και πιο δημοφιλή τα τελευταία χρόνια λόγω της έμφασης στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα και της ανάγκης μετριασμού της κλιματικής αλλαγής. Ενώ τα οφέλη των πράσινων κτιρίων για το περιβάλλον είναι γνωστά, προσφέρουν επίσης σημαντικά οικονομικά οφέλη για τους ιδιοκτήτες, τους φορείς εκμετάλλευσης και τους χρήστες των κτιρίων. Ένα από τα σημαντικότερα οικονομικά οφέλη των πράσινων κτιρίων είναι η ενεργειακή απόδοση. Τα πράσινα κτίρια σχεδιάζονται έτσι ώστε να απαιτούν λιγότερη ενέργεια για τη λειτουργία τους, με αποτέλεσμα χαμηλότερους λογαριασμούς ενέργειας για τους ιδιοκτήτες και τους ενοικιαστές των κτιρίων. Επιπλέον, τα ενεργειακά αποδοτικά κτίρια έχουν συχνά υψηλότερη αξία στην αγορά

ακινήτων, γεγονός που τα καθιστά πιο ελκυστική επένδυση. Αυτό σημαίνει ότι οι ιδιοκτήτες κτιρίων μπορούν να απολαμβάνουν τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη επενδύοντας σε πράσινα κτίρια. Ένα άλλο οικονομικό όφελος των πράσινων κτιρίων είναι η εξοικονόμηση νερού. Τα πράσινα κτίρια χρησιμοποιούν το νερό πιο αποτελεσματικά από τα παραδοσιακά κτίρια, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους, χαμηλότερα τέλη ύδρευσης λόγω μειωμένης ζήτησης νερού.

Τα πράσινα κτίρια παρέχουν επίσης βελτιωμένη ποιότητα εσωτερικού αέρα, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένα αποτελέσματα για την υγεία των ενοίκων. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα μειωμένες δαπάνες υγειονομικής περίθαλψης για τους ενοίκους του κτιρίου και λιγότερες ημέρες ασθένειας, γεγονός που οδηγεί σε αυξημένη παραγωγικότητα. Επιπλέον, τα πράσινα κτίρια είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να απαιτούν λιγότερη συντήρηση από τα παραδοσιακά κτίρια. Για παράδειγμα, οι πράσινες στέγες απαιτούν λιγότερη συντήρηση από τις παραδοσιακές στέγες και μπορούν επίσης να συμβάλουν στη μείωση του κόστους θέρμανσης και ψύξης.

Ένα άλλο οικονομικό όφελος των πράσινων κτιρίων είναι τα αυξημένα ποσοστά πληρότητας ως πιο δημοφιλή λόγω του υγιεινού και άνετου περιβάλλοντος διαβίωσης και εργασίας που παρέχουν. Πολλές κυβερνήσεις προσφέρουν κίνητρα για τους ιδιοκτήτες κτιρίων που επενδύουν σε πράσινα κτίρια. Για παράδειγμα, φορολογικές πιστώσεις, επιχορηγήσεις και χαμηλότοκα δάνεια είναι συχνά διαθέσιμα για την υποστήριξη της ανάπτυξης πράσινων κτιρίων. Αυτά τα κίνητρα μπορούν να συμβάλουν στην αντιστάθμιση του κόστους της οικολογικής δόμησης και να την καταστήσουν μια πιο βιώσιμη οικονομικά επιλογή. Εν κατακλείδι, τα πράσινα κτίρια προσφέρουν μια σειρά από οικονομικά οφέλη στους ιδιοκτήτες, τους φορείς εκμετάλλευσης και τους χρήστες των κτιρίων.

Μελέτες έχουν δείξει ότι τα πράσινα κτίρια μπορούν να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση ενέργειας έως και 50% σε σύγκριση με τα παραδοσιακά κτίρια και μπορούν να οδηγήσουν σε βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας και της παραγωγικότητας των ενοίκων, συμβάλλοντας έτσι σε ένα πιο βιώσιμο μέλλον.

6.7 Παραδείγματα πρασίνου σε βιώσιμα κτίρια στην Ολλανδία

6.7.1 Lumen: Wageningen—1998

Ένα από τα ολλανδικά πρωτοποριακά κτίρια ήταν το κτίριο Alterra, που σήμερα ονομάζεται Lumen, στο Wageningen, που σχεδιάστηκε από τους Behnisch και Behnisch (Behnisch 2019) το 1993 και ολοκληρώθηκε το 1998. Η εντολή σχεδιασμού ήταν για μια λειτουργική, φιλική προς τον χρήστη ερευνητική εγκατάσταση που λειτουργεί σε αρμονία με τη φύση, ευέλικτη και οικολογικά ορθή. Ο σχεδιασμός του επικεντρώνεται στους χρήστες και το περιβάλλον του κτιρίου. Το κτίριο διευκολύνει τους ερευνητές του Γεωπονικού Πανεπιστημίου του Wageningen σε μια κεντρική τοποθεσία και ένα ωραίο περιβάλλον εργασίας.



Εικόνα 6.4: Lumen: Wageningen - Κήπος μέσα στο κτίριο <https://weblog.wur.eu/international-students/2019/12/04/lumen-building-of-environmental-sciences-chair-groups/>

Οι επιστήμονες του ινστιτούτου ασχολούνται με εργασίες σε δασοκομία, αστικά τοπία, εδαφικά μικροβιόμορφα, βιοποικιλότητα και προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή μέσα στον κόσμο. Το Lumen χαρακτηρίζεται από φως, φυσικά υλικά, πράσινο και νερό, τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό. Το κτίριο σχεδιάστηκε όχι για να κυριαρχεί στο αγροτικό του περιβάλλον, αλλά να αγκαλιάζει το τοπίο, με όλους τους χώρους εργασίας στο άμεση επαφή με εσωτερικούς και εξωτερικούς κήπους. Δύο εσωτερικοί κήποι παρέχουν εστίαση για τις καθημερινές δραστηριότητες και λειτουργούν ως άτυποι χώροι συνάντησης.

Πέρα από αυτό, είναι αποτελούν αναπόσπαστο στοιχείο της ενεργειακής αντίληψης του κτιρίου, βελτιώνοντας την απόδοση του εξωτερικού κελύφους. Το κτίριο των γραφείων διαθέτει δύο κήπους 2000 m² στο εσωτερικό του κτιρίου. Οι κήποι βοηθούν στον έλεγχο του κλίματος του κτιρίου και δημιουργούν ένα καλύτερο περιβάλλον για τους ανθρώπους που εργάζονται σε αυτό. Όλα τα δωμάτια συνδέονται με τον κήπο για βέλτιστα οφέλη. Στις δύο πλευρές του κτιρίου, οι κήποι αντανακλούν διακριτές μορφές τοπίου της Ολλανδίας, ενώ μεταξύ των πτερύγων του κτιρίου οι κήποι είναι στεγασμένοι, και δημιουργούν ένα ιδανικό κλίμα. Τα υδάτινα στοιχεία και η βλάστηση εντός των θερμοκηπίων διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην περιβαλλοντική της δομής.

6.7.2 Villa Flora: Venlo—2011

Η Villa Flora στο Venlo αποτελεί φάρο βιώσιμης καινοτομίας, ιδίως όσον αφορά την πρωτοποριακή χρήση αυτόνομων ενεργειακών συστημάτων. Το αρχιτεκτονικό θαύμα ενσωματώνει λύσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό του, αξιοποιώντας τη δύναμη της φύσης για τη βιώσιμη κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών. Στην πρώτη γραμμή του ενεργειακού “εξοπλισμού” του βρίσκονται οι ηλιακοί συλλέκτες που κοσμούν τις στέγες του, συλλαμβάνοντας το άφθονο ηλιακό φως του ολλανδικού τοπίου. Αυτά τα πάνελ όχι μόνο τροφοδοτούν τις κτιριακές εγκαταστάσεις αλλά και συνεισφέρουν καλλιεργώντας μια συμβιωτική σχέση με το περιβάλλον.

Επιπλέον, η Villa Flora χρησιμοποιεί, ανεμογεννήτριες στρατηγικά τοποθετημένες ώστε να εκμεταλλεύονται τον άνεμο της περιοχής. Επίσης μέσω του σχεδιασμού και της καινοτόμου μηχανικής, η Villa Flora έχει ελαχιστοποιήσει την εξάρτησή της από τα ορυκτά καύσιμα, επιδεικνύοντας δέσμευση για τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και τον μετριασμό των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

Η ενσωμάτωση έξυπνων συστημάτων διαχείρισης ενέργειας διασφαλίζει τη βέλτιστη αποδοτικότητα και χρήση των πόρων στη Villa Flora. Οι προηγμένοι αλγόριθμοι παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας και προσαρμόζουν τις απαιτούμενες λειτουργίες σε πραγματικό χρόνο, μεγιστοποιώντας την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτή η έξυπνη προσέγγιση όχι μόνο μειώνει το λειτουργικό κόστος, αλλά αποτελεί επίσης απόδειξη της αφοσίωσης της Villa Flora στις βιώσιμες πρακτικές και την περιβαλλοντική διαχείριση. Στην ουσία, η Villa Flora αποτελεί ένα λαμπρό παράδειγμα για το πώς τα αυτόνομα ενεργειακά συστήματα μπορούν να ανοίξουν το δρόμο προς ένα πιο βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον μέλλον.



Εικόνα 6.5: Villa Flora, Venlo



Εικόνα 6.6: Villa Flora, Venlo

6.8 Παραδείγματα πράσινων τοίχων

6.8.1 Sport Plaza Mercator: Amsterdam—2006

Το κέντρο αναψυχής Sport Plaza Mercator στο Άμστερνταμ σχεδιάστηκε από Ολλανδούς αρχιτέκτονες (Venhoeven CS, Venhoeven 2009) ως φρούριο καλυμμένο με φυτά. Το Sport Plaza Mercator βρίσκεται στην είσοδο ενός πάρκου. Οι αρχιτέκτονες ήθελαν να ταιριάζει με το περιβάλλον του, οπότε πρόσθεσαν μια καμουφλαρισμένη πρόσοψη από θαμνώδη φυτά και χλοοτάπητες. Τα παράθυρα φωλιάζουν ανάμεσα στο φυτεμένο εξωτερικό αλλά διαθέτουν φινιρίσματα για να μειωθεί η ορατότητα στις αίθουσες της πισίνας. Οι φεγγίτες επίσης προστέθηκαν για να εισάγουν περισσότερο φυσικό φως. Από απόσταση, φαίνεται σαν ένα κατάφυτο φρούριο που πλαισιώνει και προστατεύει την είσοδο στο δέκατο ένατο αιώνα. Το κτίριο σχεδιάστηκε ως μια πόλη - μια κοινωνία σε μικρογραφία - μέσα σε μια σπηλιά. Το φως του ήλιου διεισδύει βαθιά μέσα στο εσωτερικό του κτιρίου μέσα από όλα τα είδη των ανοιγμάτων στην οροφή. Χαμηλά παράθυρα πλαισιώνουν τη θέα του δρόμου και της ηλιόλουστης βεράντας.



Εικόνα 6.7: Sport Plaza Mercator <https://pouhou.aminus3.com/image/2009-01-18.html>

6.8.2 City Hall: Venlo—2017

Το δημαρχείο του Venlo σχεδιάστηκε από τον Kraaijvanger (2019) με βάση το Cradleto-Cradle (C2C), μπορεί να οριστεί ο σχεδιασμός και η παραγωγή προϊόντων κάθε είδους με τέτοιο τρόπο ώστε στο τέλος της ζωής τους να μπορούν να ανακυκλωθούν πραγματικά, μιμούμενοι τον κύκλο της φύσης με τα πάντα είτε να ανακυκλώνονται είτε να επιστρέφουν στη γη, άμεσα ή έμμεσα μέσω της ενέργειας, ως απολύτως ασφαλή, μη τοξικά. Με 630 ευέλικτους χώρους εργασίας και δημόσιες λειτουργίες, το κτίριο υλοποιεί τη φιλοδοξία να λειτουργήσει για ολόκληρη την πόλη και την περιοχή. Η ευημερία των ενοίκων ήταν το σημείο εκκίνησης και ο άξονας σχεδιασμού: ένα καλό κτίριο κάνει τους ανθρώπους πιο ευτυχισμένους και ενισχύει την παραγωγικότητα.



Εικόνα 6.8: City Hall: Venlo <https://www.kraaijvanger.nl/en/projects/city-hall-venlo/>

Ο σχεδιασμός του βασίζεται σε τρεις στόχους:

- Να φέρει όσο το δυνατόν περισσότερο φως της ημέρας και πράσινο στο εσωτερικό.
- Να δημιουργηθούν διαδρομές μέσα στο κτίριο που να παρακινούν τους ανθρώπους να κινηθούν.
- Να συναντούν τους άλλους και να χρησιμοποιούν μόνο υγιεινά υλικά.

Γύρω από ένα αίθριο με ένα φλοτέρ ελλοφύτου για τον καθαρισμό του νερού, οι άνθρωποι μπορούν να απολαύσουν το πράσινο, το νερό και τη θέα. Το κτίριο αναφέρεται στη γεωργική παράδοση αυτής της πόλης και στον ανώτατο όροφο του διαθέτει ένα θερμοκήπιο με εποχιακές θέσεις εργασίας και χώρο για την καλλιέργεια τοπικών προϊόντων, το οποίο επίσης θερμαίνει και υγραίνει τον αέρα που εισέρχεται στο κτίριο. Η πράσινη πρόσοψη που καθαρίζει τον αέρα είναι η μεγαλύτερη πράσινη πρόσοψη κτιρίου στον κόσμο και σχηματίζει ένα προστατευτικό κέλυφος κατά της ρύπανσης από την κυκλοφορία και τη σιδηροδρομική ρύπανση. Ο αέρας στο Venlo είναι καθαρότερος από τον εξωτερικό αέρα και καθαρίζει τον αέρα σε ακτίνα 500 μέτρων γύρω από το κτίριο.

6.9 Παραδείγματα πράσινης οροφής

6.9.1 Library Technical University of Delft: Delft—1997

Πρόκειται για την πράσινη στέγη του κτιρίου της βιβλιοθήκης του Τεχνικού Πανεπιστημίου του Delft, περίοδος σχεδιασμού 1993 έως 1997. Αν και μετρά 15 έτη, η πρωτοποριακή βιβλιοθήκη του TU Delft εξακολουθεί να είναι ένα εξαιρετικό παράδειγμα προοδευτικού και βιώσιμου σχεδιασμού. Η βιβλιοθήκη έχει εμβαδόν 15000 m² που περιλαμβάνει εκτεταμένα υπόγεια αρχεία βιβλίων, αναγνωστήρια, πανεπιστημιακούς εκδότες, γραφεία, χώρους μελέτης, ένα κέντρο βιβλιοδεσίας και ένα βιβλιοπωλείο. Το έργο κέρδισε το Εθνικό Βραβείο Χάλυβα 1998 και το Corus Construction Award 2000. Η ιδέα του αρχιτεκτονικού γραφείου Mecanoo Architecten's (Mecanoo 2019) είχε ως όραμα να αναπτύξει ένα φωτισμένο ορόσημο που θα λειτουργούσε ως "πύλη στην ψηφιακή λεωφόρο". Η βιβλιοθήκη έχει σχεδιαστεί σε κεκλιμένο επίπεδο, επεκτείνοντας το γρασίδι από το έδαφος μέχρι την άκρη της οροφής όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα επιτρέποντας στους ανθρώπους να περπατήσουν προς την κορυφή.



Εικόνα 6.9: Κάτοψη της πράσινης οροφής της βιβλιοθήκης του Technical University of Delft
<https://www.greenroofs.com/projects/delft-university-of-technology-library/>

Αυτό που πέτυχαν είναι ένας δημόσιος χώρος που όχι μόνο αποτελεί πυρήνα πληροφόρησης, αλλά διαθέτει επίσης μια τεράστια δημόσια πράσινη οροφή για τους ανθρώπους οι οποίοι μπορούν να εξερευνούν, να χαλαρώνουν και να παίζουν. Η πράσινη οροφή απολαμβάνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μετατρέπεται σε λόφο για έλκθηρο το χειμώνα για περαιτέρω αναψυχή. Η πράσινη οροφή παρέχει επίσης στο εσωτερικό μια πολύ χαμηλότερη ανάγκη για ψύξη και βοηθά την πανεπιστημιούπολη του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου του Delft να ελέγξει τις καταγίδες και την απορροή των όμβριων υδάτων.

Με μια ανακαίνιση το 2009, η πράσινη στέγη συνέχισε να ωφελεί το πανεπιστήμιο, συνεχίζοντας να ανταποκρίνεται στις προσδοκίες περισσότερο από δύο δεκαετίες μετά το άνοιγμά της. Η οροφή υποστηρίζεται από λεπτούς, διασταυρωμένους χαλύβδινους κίονες σε μια τεράστια αίθουσα που περικλείεται από κεκλιμένους, πλήρως υαλοπετασμένους τοίχους. Η βάση της πλαγιάς προς τα δυτικά σηματοδοτείται από μια σειρά σκαλοπατιών που οδηγούν σε μια εσοχή στην είσοδο.

Η βιβλιοθήκη κορυφώνεται από έναν τεράστιο χαλύβδινο κώνο που στεγάζει τέσσερα επίπεδα παραδοσιακών χώρων μελέτης που συνδέονται με ελικοειδή σκάλα. Στο εσωτερικό του κώνου, ένα κεντρικό κενό παρέχει φως ημέρας από μια υαλοκεραμοσκεπή στους εσωτερικούς χώρους ανάγνωσης. Εκτεινόμενος 40 μέτρα πάνω από το έδαφος και φωτιζόμενος τη νύχτα, ο κώνος λειτουργεί ως φάρος στην πανεπιστημιούπολη μέρα και νύχτα.



Εικόνα 6.10: Νυκτερινή εικόνα της βιβλιοθήκης και του κώνου, φωτισμός <https://www.world-architects.com/en/mecanoo-delft/project/library-delft-university-of-technology>

6.9.2 Urban Rooftop Farms Dakakker: Rotterdam—2017

Πρόκειται για την πράσινη οροφή του κτιρίου Dakakker με εμβαδόν 1000m² στο Ρότερνταμ. Η αρχιτεκτονική κολεκτίβα ZUS απέκτησε ένα παλιό κτίριο στο κέντρο της πόλης και δημιούργησε μια αστική φάρμα στην οροφή του. Πρόκειται για το μεγαλύτερο υπαίθριο αγρόκτημα σε στέγη στις κάτω χώρες και ένα από τα μεγαλύτερα στην Ευρώπη.



Εικόνα 6.11: Φυτεμένο δώμα στο Urban Rooftop Farms Dakakker <https://www.brightvibes.com/rooftop-farm-dakakker-in-rotterdam/>

Στην οροφή του θαλάμου που βρίσκεται στην ταράτσα υπάρχει το Smartroof. Πρόκειται για χώρο δοκιμών για την έξυπνη αποθήκευση και διαχείριση του νερού, καθώς έχει έναν έξυπνο έλεγχο της ροής που καθοδηγείται από την πρόγνωση του καιρού. Όταν η πρόβλεψη του δείχνει ακραίες βροχοπτώσεις, ο έξυπνος έλεγχος ροής ανταποκρίνεται κάνοντας επιπλέον αποθήκευση νερού. Το σύστημα οροφής αποτελείται από διαφορετικά στρώματα, ένα προστατευτικό στρώμα απορρόφησης (όχι ανθεκτικό στην οροφή), ένα ρυθμιστικό στρώμα αποστράγγισης και ένα στρώμα με το υπόστρωμα του λαχανόκηπου στην οροφή από πάνω. Οι συνθήκες που επικρατούν στο Dakakker είναι συγκρίσιμες με ένα μεσογειακό κλίμα, ξηρό βραχώδες έδαφος και άνεμος, μερικές φορές αρκετά θερμός. Τα βρώσιμα λουλούδια της στέγης είναι το κορυφαίο προϊόν και παραδίδονται σε έξι εστιατόρια στην άμεση γειτονιά της, πρασινίζοντάς την με φυτά και δέντρα, προσθέτοντας ηλιακούς συλλέκτες και αξιοποιώντας την για αναψυχή.

6.9.3 Hotel Roof Garden: Zoku, Amsterdam—2016

Πρόκειται για ξενοδοχείο που χτίστηκε το 2016 στο Zoku του Άμστερνταμ. Το εν λόγω ξενοδοχείο παρέχει μια βάση κατοικίας για τους ταξιδιώτες επαγγελματίες που ζουν και εργάζονται σε μια πόλη για περιόδους από λίγες ημέρες έως μερικούς μήνες. Αποτελεί μια νέα κατηγορία στον ξενοδοχειακό κλάδο, ένα ανασχεδιασμένο ξενοδοχείο διαμερισμάτων, ένα σπίτι - γραφείο, το οποίο είναι ένα χαλαρό μέρος για να ζει, να εργάζεται και να συναναστρέφεται κανείς με ομοϊδεάτες του, ενώ παράλληλα βρίσκονται σε μια όμορφη πράσινη οροφή/κήπο.



Εικόνα 6.12: Φυτεμένο δώμα στο ξενοδοχείο Roof Garden <https://www.greenroofs.com/projects/zoku-metropoolgebouw-metro-pool-building-roof-garden/>

Διαθέτει υπαίθριο χώρο και στις δύο πλευρές του εξαγωνικού θερμοκηπίου σε σχήμα εξάγωνου στην οροφή. Τα "εξάγωνα" είναι το θέμα του ξενοδοχείου και αυτό εφαρμόστηκε στο σχεδιασμό και του πάρκου στην οροφή όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα.

6.9.4 Roof Park Vierhavenstrip: Rotterdam—2011

Πρόκειται για την οροφή εμπορικού κέντρου, μιας έκτασης 1 km επί 80 m και με βάθος εδάφους 1,5 m η οποία χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθούν καλές συνθήκες ανάπτυξης για δέντρα και άλλα φυτά. Το ανατολικό άκρο του πάρκου χαρακτηρίζεται από έναν πολυώροφο αστικό σχεδιασμό, με ψηλά δέντρα και φράχτες που λειτουργούν ως δομικά στοιχεία. Η πλειονότητα των δέντρων που φυτεύτηκαν είναι πολύκλαδα, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων ειδών. Επιλέχθηκε ένα ποικίλο φάσμα δέντρων, ώστε να εξασφαλιστούν εντυπωσιακά χρώματα σε κάθε εποχή. Το χαλύβδινο πλέγμα εφαρμόστηκε ως πρόσθετη αγκύρωση για τα δέντρα.



Εικόνα 6.13: Φυτεμένο πάρκο Vierhavenstrip <https://land8.com/roofpark-vierhavenstrip-reunites-indoor-and-outdoor-urban-life/>

Το δυτικό άκρο είναι προσανατολισμένο προς τη γειτονική περιοχή και έχει έναν πολύ πράσινο χαρακτήρα με θεματικούς κήπους στις κύριες εισόδους. Μεγάλα δέντρα, γκαζόν, μια παιδική χαρά, ένας κοινοτικός κήπος και ένας μεσογειακός κήπος με πορτοκαλεώνα προσφέρουν στους κατοίκους της περιοχής ένα εξαιρετικό μέρος για χαλάρωση και συνάντηση, και για να απολαύσουν την καταπληκτική θέα της πόλης και του λιμανιού.

Το πάρκο οροφής διαθέτει σύστημα αποστράγγισης με διάτρητο πυρήνα για τα επίπεδα των καταστροφμάτων σε μια ανεστραμμένη οροφή. Το σύστημα αποστράγγισης αποτρέπει τη δημιουργία υδροστατικής πίεσης στη μεμβράνη στεγανοποίησης. Το διαπερατό από τους υδρατμούς γεώφασμα στο πίσω μέρος προστατεύει τη μόνωση από μηχανικά φορτία και εξασφαλίζει τη διέλευση των υδρατμών προκειμένου αυτοί να εξατμίζονται ελεύθερα. Τα κύρια μονοπάτια οριοθετούνται από νερό και στην οροφή υπάρχει ένας καταρράκτης με σκαλοπάτια 70 μ επί 7μ. Το Vierhavenstrip συνδέει τη ζωή, τα ψώνια, την εργασία, τις σπουδές, τον πολιτισμό και την αναψυχή με μοναδικό τρόπο.

7. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7ο: Μελέτες περίπτωσης ενεργειακά αυτόνομων κτιρίων

7.1 Γενικά

Η σύγχρονη σκηνή της παγκόσμιας οικοδόμησης τείνει να εξαρτάται όλο και περισσότερο από το οικονομικό κλίμα καθώς και από το ίδιο το γεωγραφικό κλίμα, καθώς κανένας από τους σημαντικότερους παράγοντες του κατασκευαστικού τομέα δεν έχει την πολυτέλεια να αγνοεί τις τρέχουσες συνθήκες και να απορρίπτει λογικές λύσεις που μπορούν να μειώσουν δραστικά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον καθώς και το κόστος των εργασιών. Στο κεφάλαιο αυτό παρέχονται πληροφορίες σχετικά με τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική και παρουσιάζονται σχετικά παραδείγματα σύγχρονης αρχιτεκτονικής εμπνευσμένα και από τοπικές εκφάνσεις που παρατηρούνται σε διάφορα μέρη του κόσμου. Διαφορετικά ως προς το σχήμα αλλά πρακτικά πανομοιότυπα ως προς τον τρόπο λειτουργίας τους, τα κτίρια αυτά μας βοηθούν να κατανοήσουμε τη λογική και τη σοφία του τόπου στον οποίο γεννήθηκαν. Τέτοιες εναλλακτικές λύσεις πρέπει να λαμβάνονται πλέον υπόψη δεδομένου ότι ο συμβατικός και παρεμβατικός προς το περιβάλλον οικοδομικός ρυθμός δεν μπορεί να είναι αυτός με τον οποίο καθοδηγούμε το μέλλον μας. Φροντίζοντας το περιβάλλον και ακούγοντας τι έχει να πει θα έχει τελικά ως αποτέλεσμα το περιβάλλον να μας φροντίζει και να μας παρέχει ένα άνετο, βιώσιμο και ενεργειακά αποδοτικό περιβάλλον διαβίωσης.

7.2 Το σχολείο θηλέων Rajkumari Ratnavati στο Rajasthan της Ινδίας

Πρόκειται για κτίριο σχολείου θηλέων, το οποίο κατασκευάστηκε του 2021 στην τοποθεσία Rajasthan, της Ινδίας. Αρχιτέκτονας του έργου ήταν η Νταϊάνα Κέλογκ και τα βασικά υλικά κατασκευής του σχολείου ήταν πέτρα και αμμόλιθος.

Ιστορικά δεδομένα

Το Rajasthan βρίσκεται στη βορειοδυτική Ινδία και είναι το μεγαλύτερο σε έκταση κρατίδιο της χώρας και σίγουρα το πιο χρωματιστό κρατίδιο της χώρας, είναι επίσης ένας πραγματικός θησαυρός ιστορικών αρχιτεκτονικών μνημείων, ενώ η αρχιτεκτονική του κληρονομιά είναι γνωστή σε όλη την ιστορία για τη μοναδική αρχιτεκτονική της σε ολόκληρο τον κόσμο. Η αρχιτεκτονική του Ρατζαστάν βασίζεται κυρίως στη σχολή αρχιτεκτονικής Rajput, η οποία ήταν ένα μείγμα από το δομικό σχέδιο των Μογγόλων και των Ινδουιστών. Στην πραγματικότητα, η αρχιτεκτονική και πολιτιστική σημασία της πολιτείας έχει αναγνωριστεί από την UNESCO την τελευταία δεκαετία, όταν οκτώ από τα ιστορικά μνημεία της απέκτησαν το καθεστώς των μνημείων παγκόσμιας κληρονομιάς. Η ιστορία του Ρατζαστάν μπορεί να χωριστεί σε 3 μέρη, το πρώτο είναι η "Αρχαία Περίοδος" που είναι μέχρι το 1200 μ.Χ. Η επόμενη περίοδος είναι γνωστή ως "Μεσαιωνική περίοδος" από το 1201 έως το 1707. Η "Τρίτη περίοδος" ξεκίνησε από το 1707 έως το 1947. Το Ρατζαστάν έγινε πολιτικά ενωμένο μετά την κυριαρχία του από τον αυτοκράτορα των Μογγόλων-Ακμπάρ.

Κλιματικό πλαίσιο

Το κλίμα του Ρατζαστάν έχει ποικίλες αντιθέσεις. Με βάση την ένταση των βροχοπτώσεων, μπορούμε να χωρίσουμε το Rajasthan σε άγονες, ημι-άγονες και υπο-άγονες περιοχές. Στα ακραία δυτικά τμήματα της περιοχής αυτής, παρατηρούμε βροχοπτώσεις μικρότερες από 10 cm και στις υπόλοιπες περιοχές έχουν καταγραφεί βροχοπτώσεις μικρότερες από 20 cm. Η καταγεγραμμένη μέση θερμοκρασία αυτής της περιοχής κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι μεγαλύτερη από 34 βαθμούς Κελσίου και κατά τη διάρκεια του χειμώνα παραμένει μεταξύ 12 βαθμών Κελσίου και 16 βαθμών Κελσίου. Στην ημίξηρη περιοχή, η μέση θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του

καλοκαιριού παρατηρείται μεταξύ 32 βαθμών Κελσίου και 36 βαθμών Κελσίου, ενώ το χειμώνα η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 10 βαθμών Κελσίου και 17 βαθμών Κελσίου.

Τοποθεσία του έργου

Ένα σχολείο στη μέση της ερήμου Thar, ένα αρχιτεκτονικό θαύμα, που βρίσκεται μόλις έξι λεπτά με το αυτοκίνητο από τους διάσημους αμμόλοφους Sam Dunes του Jaisalmer, πήρε σάρκα και οστά στο χωριό Kanoi, με στόχο την εκπαίδευση των κοριτσιών και την ενδυνάμωσή τους. Η δομή αναπαράγει τα κυματιστά επίπεδα των αμμόλοφων και είναι μια μεταφορά για την κυματιστή επίδραση που μπορεί να έχει η εκπαίδευση σε φτωχές περιοχές. Το κτίριο, με μια ματιά, μοιάζει με ένα σύγχρονο συνδυασμό μεταξύ μίνι μινιμαλισμού και κομψού σχεδιασμού, σε αντίθεση με την παραδοσιακή εικόνα του σχολείου θηλέων που μας έρχεται στο μυαλό. Το σχολείο θηλέων Rajkumari Ratnavati αποτελείται από κίτρινο ψαμμίτη και δεν διαθέτει κλιματιστικά. Εδώ, οι μαθήτριες μπορούν να μελετούν ή και να παίζουν στην προστατευμένη αυλή που περιβάλλεται από το κτίριο, χωρίς να ανησυχούν για τις ακραίες καιρικές συνθήκες.



Εικόνα 7.1: Εναέρια όψη του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani

Μορφές και στοιχεία

Το σχολείο είναι οπτικά επιβλητικό, έχοντας μια δομή οβάλ σχήματος που δένει με το τοπίο της ερήμου. Το κτίριο αποτελεί παράδειγμα βιωσιμότητας. Η έμπνευση για το σχεδιασμό του κτιρίου με στοιχεία βιωσιμότητας αντλήθηκε από το περιβάλλον, για παράδειγμα από τη δυναμική των ρευστών και τα χαρακτηριστικά των αμμόλοφων. Το οβάλ σχήμα μειώνει την απόσταση μεταξύ των διαφόρων τμημάτων του κτιρίου. Συμβολίζει επίσης τη γυναικεία φύση σε πολλούς πολιτισμούς. Το σύμβολο προβάλλει το άπειρο. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι έτσι παίζουν τα παιδιά σε κύκλους ή εργάζονται οι γυναίκες σε μια κοινότητα. Οι στενοί κύκλοι μιας κοινότητας, όπως οι εκτεταμένοι συγγενείς, είναι μοναδικοί στον ινδικό πολιτισμό.



Εικόνα 7.2: Εναέρια φωτογραφία μαθητριών στην στέγη του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani

Τα λαϊκά στοιχεία, όπως η ύπαρξη αυλής για το κτίριο, ήταν οικεία στον ινδικό πολιτισμό. Το στέγαστρο και τα jalīs που υπάρχουν φιλτράρουν την άμμο. Κρατούν τον ήλιο και τη ζέστη μακριά. Το μοτίβο της ροής του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου δροσίζει με φυσικό τρόπο ως μέρος των στρατηγικών παθητικής ψύξης. Καθώς πρόκειται για vernaco-modular κτίριο ηλιακοί συλλέκτες έχουν τοποθετηθεί στην κορυφή του κτιρίου λειτουργούν ως στέγαστρο, και παρέχουν

σκιά ενώ ταυτόχρονα τροφοδοτούν το κτίριο. Ένα σύστημα ψύξης χρησιμοποιεί γεωθερμική ενέργεια τη νύχτα για να ψύχει ολόκληρο το κτίριο κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Υλικά και κατασκευής

Χρησιμοποιήθηκε τοπικό υλικό, δηλαδή ψαμμίτης, για να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και να παρέχει προστασία από την υπερβολική ζέστη κατά τη διάρκεια της ημέρας και ζεστασιά κατά τις βραδινές ώρες. Για τα υπέρθυρα παράθυρα χρησιμοποιήθηκε πιο σκούρα πέτρα Jodhpur, καθώς έχει μεγαλύτερη αντοχή. Οι εσωτερικοί τοίχοι του κτιρίου επιχρίστηκαν με ασβέστη προκειμένου να μονωθεί ολόκληρο το κτίριο. Για να υπάρχει αρκετός χώρος για εξαερισμό, τα σχέδια αναθεωρήθηκαν ώστε οι αίθουσες διδασκαλίας και τα άλλα γραφεία να είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος, ενώ η αυλή λειτουργεί ως κεντρικός χώρος στον οποίο συλλέγεται και αποθηκεύεται επίσης νερό. Κλιματικά, το κτίριο ενσωματώνει την τοπική τυπολογία των jalīs, σε ότι αφορά στο φυσικό φως, τον αερισμό και τη θερμική προστασία με απλούς αλλά και αποτελεσματικούς τρόπους.



Εικόνα 7.3: Εναέρια όψη των πάνελ της οροφής, φωτογραφία της Vinay Panjwani



Εικόνα 7.4: Φωτογραφία των μαθητριών στην οροφή του κτηρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani



Εικόνα 7.5: Εναέρια όψη του κτιρίου, φωτογραφία της Vinay Panjwani



Εικόνα 7.6: Τρισδιάστατα σχέδια του κτιρίου

7.3 Η Αρένα Umwelt Spreitenbach στην Ελβετία

Το Umwelt Arena βρίσκεται στο Spreitenbach της Ζυρίχης. Το κτιριακό συγκρότημα βασίζεται σε ένα μείγμα εκθεσιακού κέντρου, εμπορικής έκθεσης και εκπαιδευτικού ιδρύματος με στόχο την επίδειξη βιωσιμότητας, περιβαλλοντικής τεχνολογίας και ταυτόχρονα την εκπαίδευση των επισκεπτών του. Οι άνθρωποι που επισκέπτονται το Umwelt Arena ποικίλλουν από οικογένειες με παιδιά έως άτομα με ενδιαφέροντα για βιώσιμα κτίρια, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή ηλεκτροκίνηση μέχρι σχολικές τάξεις ή εταιρικές εκδρομές. Επιπλέον, το Umwelt Arena στεγάζει αρκετές αίθουσες πολλαπλών χρήσεων για συναντήσεις και εκδηλώσεις.

Η κρυσταλλική δομή οροφής με ενσωματωμένο φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ένα εντυπωσιακό αρχιτεκτονικό και περιβαλλοντικό χαρακτηριστικό του Umwelt Arena. Η μεγάλη αίθουσα στο κεντρικό κομμάτι σχηματίζει μια ανοιχτή και φιλόξενη ατμόσφαιρα με τρεις ορόφους εκθεσιακού χώρου ανοιχτούς στους επισκέπτες που μπορούν να μάθουν και να βιώσουν ενεργά τι σημαίνει ικανότητα διατήρησης και βιωσιμότητα. Οι εκθέτες είναι επιχειρήσεις ή δημόσιοι φορείς που ασχολούνται έντονα με θέματα βιωσιμότητας ή επιχειρήσεις που πωλούν εξειδικευμένα προϊόντα στους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, της ηλεκτροκίνησης, της βιώσιμης δόμησης ή της γενικής βιωσιμότητας. Ορισμένα από τα εκθέματα, όπως οι αντλίες θερμότητας, οι ηλιακοί συλλέκτες ή η μονάδα βιοαερίου, αποτελούν στην πραγματικότητα μέρος των λειτουργικών κτιριακών υπηρεσιών. Ως αποτέλεσμα, το Umwelt Arena διαθέτει μια ασυνήθιστη ποικιλία τεχνικών εγκαταστάσεων για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας.

Το έξυπνο σύστημα ελέγχου συντονίζει τις διάφορες πηγές ενέργειας με βάση περισσότερα από 1500 διαφορετικά σήματα της τεχνολογίας του κτιρίου και, επιπλέον, συνδέεται με την πρόγνωση του καιρού. Αυτή η ποικιλία εγκαταστάσεων καθιστά το Umwelt Arena ιδιαίτερα αγαπητό, αν και οι εφαρμοζόμενες τεχνολογίες είναι όλες σχετικά ώριμης τεχνολογίας. Επιπλέον, ολόκληρη η κατασκευή του κτιρίου πραγματοποιήθηκε ως το πρώτο παγκοσμίως πλήρως ουδέτερο ως προς το CO₂ εργοτάξιο.

Αυτό περιελάμβανε όλες τις εργασίες για την κατασκευή του κτιρίου, όπως μεταφορά οικοδομικών υλικών, εργασίες γερανού, γενική ηλεκτρική ενέργεια που χρησιμοποιείται στο εργοτάξιο κ.λπ. Ο στόχος επιτεύχθηκε με επιτόπιους ηλιακούς συλλέκτες, ανεμογεννήτριες στους γεραμούς, τη χρήση βιοκαυσίμων για τις μεταφορές και διατηρώντας τις αποστάσεις μεταφοράς σύντομες και αποφεύγοντας τα ταξίδια φορτο-εκφόρτωσης. Η γκρίζα ενέργεια που ενσωματώθηκε στα δομικά υλικά μειώθηκε στο ελάχιστο με τη χρήση Eco-ferroconcrete, τσιμέντου μειωμένου CO₂ και ανακυκλωμένου χαλκιού. Επιπλέον, το χαλκώδες υλικό εκσκαφής υποβλήθηκε σε επεξεργασία και επαναχρησιμοποιήθηκε ως σκυρόδεμα για την κατασκευή.



Εικόνα 7.7: Εναέρια άποψη του κτιρίου, φωτογραφία René Schmid Architekten

Συνολικά, περίπου στα 1000m³ γλυκού νερού εξοικονομούνται ετησίως.

Ενέργεια

Ο κύριος στόχος ήταν να κατασκευαστεί ένα κτίριο, το οποίο θα μπορούσε να λειτουργήσει με 100% ουδέτερη ενέργεια CO₂. Το μεγαλύτερο μέρος της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα 750 kWp που είναι ενσωματωμένο στην κρυσταλλική δομή της οροφής. Πρόσθετη ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από τρεις ανεμογεννήτριες, κάθε μία διαφορετικού τύπου, και από μονάδα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας που λειτουργεί με βιοαέριο.

Οι κύριες θερμικές εγκαταστάσεις είναι οι ηλιακοί συλλέκτες στην ταράτσα και το σύστημα σωλήνων γείωσης βρίσκεται κάτω από την πλάκα βάσης του κάτω επιπέδου στάθμευσης. Αυτά τα συστήματα συνδέονται μέσω ενός δικτύου διανομής που ονομάζεται TABS (Thermoactive Bauteilsysteme, english: Thermoactive component system). Το σύστημα αποτελείται από πλαστικούς σωλήνες μεταφοράς νερού, οι οποίοι είναι ενσωματωμένοι στα τσιμεντένια δάπεδα ολόκληρου του κτιρίου.

Στο υπόγειο υπάρχουν δύο κεντρικές δεξαμενές αποθήκευσης νερού 70.000 λίτρων, μία για θέρμανση και μία για κρύο. Το σύστημα TABS χρησιμοποιείται για ψύξη το καλοκαίρι και θέρμανση το χειμώνα. Το κρύο νερό κυκλοφορεί μέσω του δικτύου σωλήνων το καλοκαίρι, το ζεστό νερό το χειμώνα. Η υπερβολική θερμότητα το καλοκαίρι αποθηκεύεται κυρίως στη δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας. Εάν η δεξαμενή έχει φτάσει στο μέγιστη χωρητικότητα

αποθήκευσης, η θερμότητα μεταφέρεται στους συλλέκτες γης προκειμένου να αποθηκευτεί η θερμότητα στο έδαφος για χρήση το χειμώνα. Εάν απαιτείται πρόσθετη ψύξη, τα υπόγεια ύδατα χρησιμεύουν ως πηγή κρύου ή η ηλιακή μηχανή απορρόφησης-ψύξης είναι ενεργοποιημένη. Το χειμώνα η θερμότητα για θέρμανση χώρου αποκτάται από τη δεξαμενή αποθήκευσης και το σύστημα σωλήνων γείωσης. Το κτίριο βρίσκεται σε δροσερή εύκρατη ζώνη, με ωκεάνιο κλίμα, τέσσερις εποχές, ήπιος καιρός χωρίς ξηρή περίοδο, ζεστά καλοκαίρια. Ο κύριος στόχος είναι η μείωση των φορτίων θέρμανσης και ψύξης. Η ψύξη επιτυγχάνεται με χρήση των υπόγειων υδάτων, ενός γεωθερμικού συλλέκτη θερμότητας και μιας ψυκτικής μηχανής απορρόφησης που χρησιμοποιεί ηλιακή ενέργεια και απορριπτόμενη θερμότητα.



Εικόνα 7.8: Εσωτερική άποψη που δείχνει το θερμοενεργό δάπεδο από σκυρόδεμα, φωτογραφία René Schmid Architekten

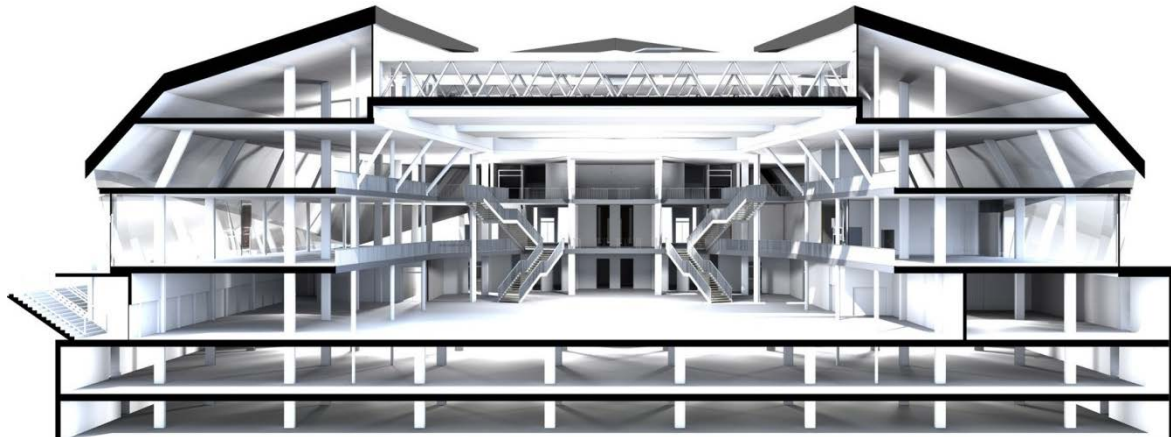
Δύο δεξαμενές νερού, χωρητικότητας 70 m^3 , χρησιμοποιούνται για αποθήκευση ψύξης και θερμότητας, αντίστοιχα. Το σύστημα εξαερισμού για την αρένα χρησιμοποιεί επίσης ανάκτηση θερμότητας. Το ζεστό νερό παρέχεται κυρίως από ένα ηλιακό θερμικό σύστημα 18 m^2 με επίπεδους και κενούς σωληνωτούς συλλέκτες, καθώς και υβριδικούς ηλιακούς συλλέκτες. Με το σχεδιασμό του κτιρίου εξοικονομούνται περίπου $100.000\text{--}150.000 \text{ L}$ πετρελαίου θέρμανσης ετησίως. Οι όψεις του κτιρίου είναι κατασκευασμένες με τριπλά τζάμια 1.000 m^2 . Ενώ για το φωτισμό του κτιρίου χρησιμοποιείται τεχνολογία LED. Στο κτίριο έχουν τοποθετηθεί ηλιακά πάνελ ετήσιας ισχύος 540.000 kWh , με μέγιστη ισχύ 750 kWp . Η ενεργειακή απόδοση είναι υπερδιπλάσια από τις ενεργειακές απαιτήσεις του ίδιου του κτιρίου (203% ενεργειακή αυτάρκεια). Το φωτοβολταϊκό σύστημα οροφής παράγει περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια (χωρίς CO_2) από ότι απαιτείται για τη λειτουργία του κτιρίου.

Το Umwelt Arena χρησιμοποιεί ένα θερμοενεργό σύστημα κτιρίων που λειτουργεί με ηλιακή ενέργεια για την ψύξη του κτιρίου κατά την καυτή περίοδο και για τη θέρμανση το χειμώνα. Οι σωληνώσεις (κύκλωμα νερού) είναι ενσωματωμένες στα δάπεδα και το σύστημα σωλήνων γείωσης είναι εγκατεστημένο κάτω από τη βάση του κάτω επιπέδου στάθμευσης. Χάρη στη διαφορά θερμοκρασίας που παρέχεται από τον συλλέκτη γης και τις δεξαμενές αποθήκευσης, το νερό που κυκλοφορεί μπορεί να φέρει θερμότητα ή δροσιά στο κτίριο. Η συνδυασμένη χρήση δύο δεξαμενών, οι ανανεώσιμες πηγές, η ηλιακή ενέργεια και η γεωθερμική ενέργεια, καθιστούν δυνατή τη λειτουργία του κτιρίου με ελάχιστο αποτύπωμα άνθρακα.

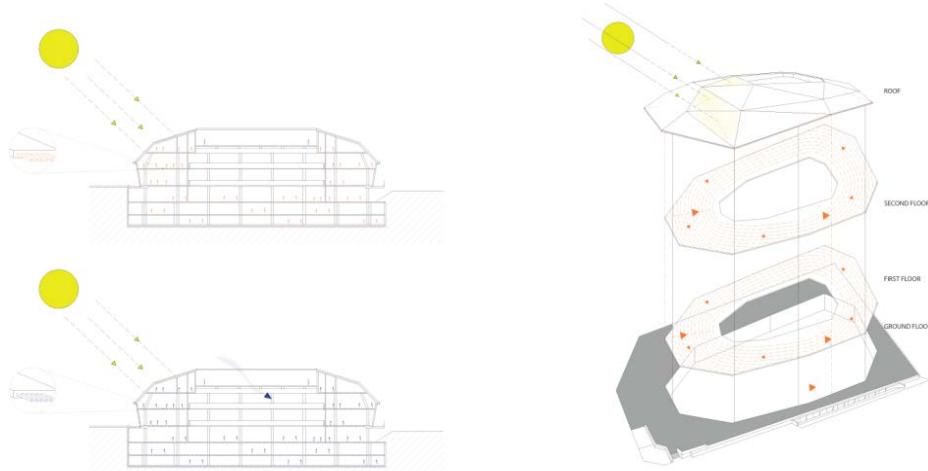
Υλικά και Κατασκευή

Για την κατασκευή του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε ανακυκλωμένος χάλυβας. Τα 80.000 m^3 χώματος εκσκαφής χρησιμοποιήθηκαν ως αδρανή υλικά για την παραγωγή τσιμέντου. Μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας για το εργοτάξιο παρήχθη από ηλιακές κυψέλες στο εργοτάξιο, καθώς και από έναν ανεμόμυλο στον γερανό, ενώ τα οχήματα εργοταξίου κινούνταν με Komprogas ή βιοντίζελ. Για την κατασκευή της στέγης και της πρόσοψης χρησιμοποιήθηκαν 6.000 m^2 φιλικού ΠΑΔΑ, Τμήμα ΠΟΛ.ΜΗΧ., Διπλωματική Εργασία, Φαλτσέτα Μ., Στεφανοπούλου Σ.

προς το περιβάλλον ξύλου με χρήση ψηφιακών διαδικασιών παραγωγής για υψηλή ακρίβεια. Για τα δάπεδα και τους τοίχους χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα. Οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου είναι εξαιρετικά μονωμένοι (μέση τιμή U: 0,28 W/m²K). Προς εξοικονόμηση πόρων δεν εφαρμόστηκαν επικαλύψεις στα υλικά.



Εικόνα 7.9: Τρισδιάστατη τομή του κτιρίου



Εικόνα 7.10: Σύστημα TABS, θερμικά ενεργό οικοδομικό σύστημα

7.4 Το κτίριο Nest We Grow Taiki, Χοκάιντο, Ιαπωνία—2014

Το κτίριο βρίσκεται στην τοποθεσία Taiki, Hokkaido της Ιαπωνίας, σε αγροτική περιοχή με υγρό και ηπειρωτικό κλίμα, όπου τα καλοκαίρια είναι ζεστά, όχι υγρά και το χειμώνα επικρατεί κρύο με αρκετό χιόνι. Το κτίριο σχεδιάστηκε από το Κολλέγιο Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού του Μπέρκλεϋ και τους Kengo Kuma and Associates, και κατασκευάστηκε από την Takahashi Construction Company το 2014. Η κύρια ιδέα πίσω από αυτό το έργο είναι να προτείνει μια ανοιχτή δομή προσανατολισμένη στην κοινότητα και τα τρόφιμα, το πρόγραμμα της οποίας σχεδιάζεται ακολουθώντας τα στάδια του τοπικού κύκλου ζωής των τροφίμων: καλλιέργεια, συγκομιδή, αποθήκευση, μαγείρεμα/φαγητό και κομποστοποίηση. Με γνώμονα την κοινωνική και διατροφική βιωσιμότητα, μέλη της κοινότητας καλούνται να συμμετάσχουν σε καθένα από αυτά τα στάδια, καθώς και να γιορτάσουν τις πολιτιστικές τους τελετουργίες σχετικά με το φαγητό, επιτρέποντας στη δομή να γίνει κοινός τόπος για ομαδικές δραστηριότητες μάθησης και συγκέντρωσης σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Το κτίριο παρουσιάζει τρία διακριτά μέρη: μια ογκώδη βάση στο επίπεδο του εδάφους, μια τριώροφη ελαφριά ξύλινη δομή πλαισίου, και το ημιδιαφανές ελαφρύ περίβλημα. Μια πλατφόρμα βρίσκεται στο κέντρο που περιβάλλεται από το ξύλινο πλαίσιο που μοιάζει με δάσος από το οποίο

κρέμονται τοπικά τρόφιμα για να αναπτυχθούν και να στεγνώσουν. Αυτό το πλωτό σύννεφο τροφίμων αλλάζει εποχιακά, σύμφωνα με τις τοπικές τεχνικές γεωργίας και συντήρησης.



Εικόνα 7.11: Γενική φωτογραφία του κτιρίου, πηγή: Shinkenchiku-Sha

Συστήματα Θέρμανσης, ψύξης και αερισμού

Το διαφανές και ημιδιαφανές περίβλημα παρέχει θερμότητα το χειμώνα, υποστηριζόμενη από μια ανοιχτή εστία φωτιάς στην κεντρική πλατφόρμα. Κινητά πάνελ στην πρόσοψη και την οροφή ανοίγουν για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα μέσα στη δομή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και τις θερμότερες ώρες της ημέρας. Εντός του κτιρίου δεν υπάρχει κανένας εντελώς κλειστός χώρος, επιτρέποντας επικοινωνία μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού χώρου. Το κτίριο παρουσιάζει διαφορετικές θερμοκρασιακές ζώνες καθ' ύψος. Το κέλυφος του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από ημιδιαφανή και διαφανή κυματοειδή πολυκαρβονικά πάνελ για να φέρει άπλετο φως ημέρας και να θερμαίνει απαλά τα φυτά κατά τους ψυχρότερους μήνες.

Οι τοίχοι από σκυρόδεμα (αρχικά σχεδιασμένοι ως τοίχοι από πατημένη γη) στη βάση του κτιρίου, εκτός από τη δημιουργία μικροτοπογραφίας, βοηθούν στην παρεμπόδιση του επικρατούντος βορειοδυτικού χειμερινού ανέμου.

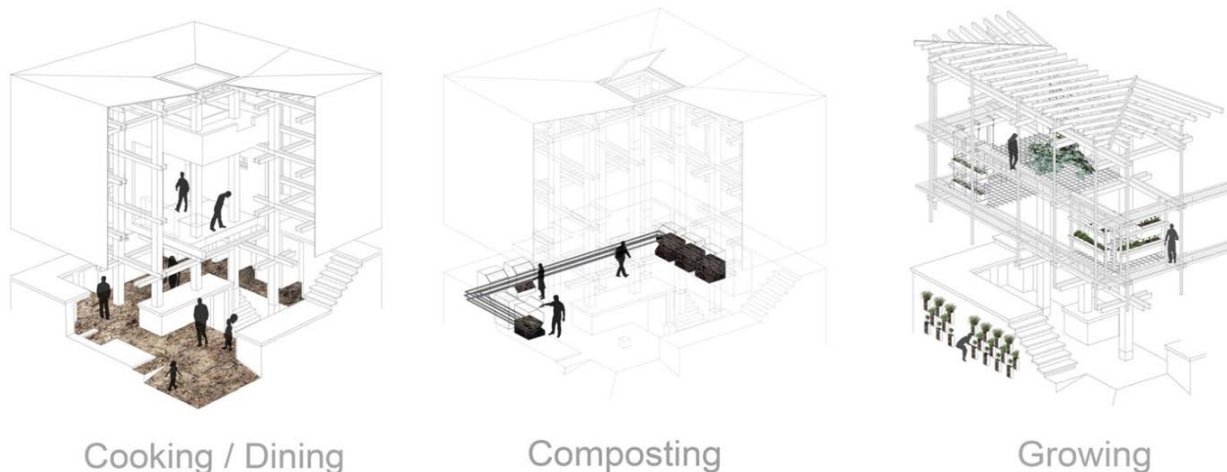
Η ξύλινη κατασκευή, από μια σύνθετη τεχνική που χρησιμοποιεί μικρότερα κομμάτια ξύλου για τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου δομικού στοιχείου αποτελεί τοπική ξυλουργική πρακτική πλαστικοποιημένου ξύλου τοπικής προέλευσης.



Εικόνα 7.12: Ξύλινη κατασκευή οροφής (χωνί) του κτιρίου

Παθητική κατασκευή

Πρόκειται για ουδέτερη από άποψη άνθρακα λειτουργία και κατασκευή με χαμηλό αντίκτυπο. Η οροφή του κτιρίου έχει ένα σχήμα χωνιού που επιτρέπει τη συλλογή του νερού της βροχής και του χιονιού που λιώνει. Το νερό που συλλέγεται διοχετεύεται μέσω της βαρύτητας σε δυο δεξαμενές στο επίπεδο του εδάφους οι οποίες χρησιμοποιούνται για την άρδευση των φοιτών σε όλα τα επίπεδα μέσω συστήματος σωληνώσεων. Το φωτοδιαπερατό κέλυφος παράγει θερμότητα που υποστηρίζεται από τη βάση θερμικής μάζας και την ανοιχτή φωτιά, ως το μοναδικό ενεργό σύστημα θέρμανσης. Τα συρόμενα πάνελ στην πρόσοψη και ένας λειτουργικός φεγγίτης στην οροφή ανοίγουν για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα μέσα στην κατασκευή κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και των θερμότερων τμημάτων της ημέρας και το ανοιχτό διάκενο μεταξύ βάσης και περιβλήματος παρέχει συνεχή ροή φρέσκου αέρα.



Εικόνα 7.13: Τρισδιάστατη απεικόνιση πολλαπλών λειτουργιών και χρήσεων του κτηρίου



Εικόνα 7.14: Οπτική της πολυανθρακικής πρόσοψης, πηγή: Shinkenchiku-Sha

7.5 Το κτίριο Bullitt Center στο Σιατλ

Το Bullitt Center, που βρίσκεται στην καρδιά του Σιάτλ, Ουάσιγκτον, αποτελεί φάρο της αειφορίας και της οικολογικής συνείδησης για τη σύγχρονη αρχιτεκτονική. Το επαναστατικό αυτό κτίριο, που ολοκληρώθηκε το 2013, επαναπροσδιόρισε τα πρότυπα για την περιβαλλοντικά υπεύθυνη κατασκευή. Είναι ένα κτίριο που αποτελεί απόδειξη της δυνατότητας δημιουργίας οικολογικά φιλικών κατασκευών χωρίς να θυσιάζονται η άνεση και η λειτουργικότητα. Το Κέντρο Bullitt οφείλει το όνομα και το όραμά του στο Ίδρυμα Bullitt, μια εξέχουσα περιβαλλοντική

οργάνωση που είχε ως στόχο την προώθηση βιώσιμων πρακτικών στο βορειοδυτικό τμήμα του Ειρηνικού. Το έργο προέκυψε από την επιθυμία να αναδειχθεί ο τρόπος με τον οποίο τα αστικά κτίρια θα μπορούσαν να σχεδιαστούν και να λειτουργήσουν με τρόπο που να είναι αναγεννητικός αντί να εξαντλεί τους πόρους.

Ο σχεδιασμός του Κέντρου Bullitt έγινε από τους The Miller Hull Partnership, ένα αρχιτεκτονικό γραφείο που φημίζεται για τη δέσμευσή του στις αρχές του βιώσιμου σχεδιασμού. Η εξάωροφη δομή του κτιρίου εκτείνεται σε περίπου 4.645 m², ενσωματώνοντας τεχνολογία αιχμής και προσεκτικό σχεδιασμό για την επίτευξη του στόχου της καθαρής μηδενικής ενέργειας.



Εικόνα 7.15: Το κτίριο βιώσιμης αρχιτεκτονικής Bullitt Center

Στο επίκεντρο του σχεδιασμού του Bullitt Center βρίσκεται η αφοσίωσή του στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Οι παθητικές στρατηγικές σχεδιασμού, όπως ο βέλτιστος προσανατολισμός και τα στοιχεία σκίασης, μεγιστοποιούν το φυσικό φως, ενώ ελαχιστοποιούν την αύξηση της θερμότητας κατά τους θερμούς μήνες. Τα παράθυρα με τριπλά τζάμια και επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής διατηρούν τις εσωτερικές θερμοκρασίες, μειώνοντας την ανάγκη για τεχνητή θέρμανση ή ψύξη. Το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό της πρόσοψης του Bullitt Center είναι οι 575 ηλιακοί συλλέκτες στον τελευταίο όροφο που καλύπτουν σχεδόν 1.300 m² χώρου. Αυτά τα φωτοβολταϊκά πάνελ αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια, παράγοντας σημαντικό μέρος των αναγκών του κτιρίου σε ηλεκτρική ενέργεια. Τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια διοχετεύεται πίσω στο τοπικό δίκτυο, καθιστώντας επιπλέον το Bullitt Center και εξαγωγέα ενέργειας. Για να διασφαλιστεί η συνεχής διαθεσιμότητα της ενέργειας, το Bullitt Center χρησιμοποιεί ένα σύστημα αποθήκευσης ενέργειας αιχμής. Οι συστοιχίες μπαταριών αποθηκεύουν την πλεονάζουσα ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια ηλιόλουστων περιόδων, παρέχοντας ηλεκτρική ενέργεια κατά τις συννεφιασμένες ημέρες ή τη νύχτα. Αυτό το σύστημα επιτρέπει επίσης στο κτίριο να λειτουργεί ανεξάρτητα κατά τη διάρκεια διακοπών ρεύματος, ενισχύοντας την ανθεκτικότητά του.

Η αποδοτικότητα του νερού αποτελεί πρωταρχικό μέλημα στο σχεδιασμό του Bullitt Center. Το κτίριο χρησιμοποιεί εξαρτήματα και βρύσες χαμηλής ροής για να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση νερού. Επιπλέον, η συλλογή βρόχινου νερού παίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση του νερού. Το νερό της βροχής από την οροφή συλλέγεται, φιλτράρεται και αποθηκεύεται σε μια υπόγεια δεξαμενή με τεράστια χωρητικότητα. Αυτό το συλλεγόμενο νερό χρησιμοποιείται στη συνέχεια για μη πόσιμους σκοπούς, όπως το καζανάκι των τουαλετών και η άρδευση.

Ένας ακόμα παράγοντας είναι η διαχείριση αποβλήτων. Το Κέντρο Bullitt ενσωματώνει τουαλέτες κομποστοποίησης σε κάθε όροφο. Αυτές οι τουαλέτες χρησιμοποιούν μια φυσική αερόβια διαδικασία για τη διάσπαση των ανθρώπινων αποβλήτων σε πλούσια θρεπτικά συστατικά κομπόστ, εκτρέποντας τα απόβλητα από τα παραδοσιακά συστήματα αποχέτευσης και συμβάλλοντας στον εμπλουτισμό του εδάφους.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του Bullitt Center τηρούν τα υψηλότερα περιβαλλοντικά πρότυπα. Το κτίριο σχεδιάστηκε για να ανταποκριθεί σε αυστηρά πρότυπα πιστοποιήσεων τα οποία απαιτούν τη χρήση μη τοξικών, τοπικών και βιώσιμων υλικών. Οι αρχιτέκτονες επέλεξαν υλικά με χαμηλή χρήση ενέργειας στην παραγωγή τους και υψηλό ανακυκλωμένο περιεχόμενο για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κτιρίου. Από την ολοκλήρωσή του, το Bullitt Center έχει τιμηθεί με πολλά βραβεία και πιστοποιήσεις, εδραιώνοντας τη θέση του ως πρωτοποριακό πράσινο κτίριο. Το 2015, κέρδισε τον τίτλο "Το πιο πράσινο εμπορικό κτίριο στον κόσμο" από το Διεθνές Ινστιτούτο Living Future Institute. Έλαβε επίσης την πολυπόθητη πιστοποίηση LEED Platinum από το U.S. Green Building Council, επιβεβαιώνοντας τα εξαιρετικά επιτεύγματα βιωσιμότητάς του.

Το Bullitt Center δεν είναι απλώς ένα αρχιτεκτονικό θαύμα, αλλά λειτουργεί και ως εκπαιδευτικός κόμβος. Το κτίριο φιλοξενεί τακτικά ξεναγήσεις και εργαστήρια για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τον αειφόρο σχεδιασμό και τις πρακτικές πράσινης δόμησης. Χιλιάδες επισκέπτες, συμπεριλαμβανομένων αρχιτεκτόνων, μηχανικών, φοιτητών και μελών του κοινού, έχουν εμπνευστεί από την καινοτόμο προσέγγισή του στην περιβαλλοντική διαχείριση.

Η επιτυχία του αποτέλεσε καταλύτη για την αλλαγή της αρχιτεκτονικής σκέψης και ενέπνευσε πολλά έργα παγκοσμίως να υιοθετήσουν τις αρχές της αειφορίας. Το κτίριο αποτελεί ένα ισχυρό σύμβολο ως προς του τι είναι εφικτό όταν οι οραματικές ιδέες ευθυγραμμίζονται με την τεχνολογία αιχμής και τη δέσμευση για τη διαφύλαξη των πόρων του πλανήτη. Αποτελεί επίσης ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο η βιώσιμη αρχιτεκτονική μπορεί να φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε, κατασκευάζουμε και λειτουργούμε κτίρια. Η κληρονομιά του Bullitt Center συνεχίζει να διαμορφώνει τον τρόπο με τον οποίο χτίζουμε και κατοικούμε τις πόλεις μας, δεδομένου ότι όλο και περισσότερα κτίρια ακολουθούν τα βήματα του κτιρίου αυτού, καθιστώντας τον κόσμο ένα πιο πράσινο και πιο βιώσιμο περιβάλλον για τις επόμενες γενιές.

7.6 Το Μουσείο του Αύριο στο Ρίο ντε Τζανέιρο

Το Μουσείο του Αύριο, ή "Museu do Amanhã" στα πορτογαλικά, είναι ένα επιστημονικό μουσείο αιχμής που βρίσκεται στο Ρίο ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας. Άνοιξε για το κοινό τον Δεκέμβριο του 2015 και αποτελεί απόδειξη της βιώσιμης αρχιτεκτονικής και του τουριστικού σχεδιασμού. Περισσότερο από ένα παραδοσιακό μουσείο, χρησιμεύει ως πλατφόρμα για την εξερεύνηση και την κατανόηση των προκλήσεων και των δυνατοτήτων που βρίσκονται μπροστά στην ανθρωπότητα. Η καινοτόμος αρχιτεκτονική του Μουσείου του Αύριο είναι έργο του Ισπανού αρχιτέκτονα Santiago Calatrava. Ο σχεδιασμός είναι εμπνευσμένος από τη μορφή ενός μεγάλου, τουριστικού πουλιού, με φτερά που εκτείνονται πάνω από το περιβάλλον του μουσείου. Το εντυπωσιακό λευκό εξωτερικό του κτιρίου συμπληρώνεται με τη χρήση μεγάλων κινούμενων πάνελ στην οροφή που προσαρμόζονται για να βελτιστοποιήσουν τον φυσικό φωτισμό και αερισμό. Στον πυρήνα της φιλοσοφίας σχεδιασμού του Μουσείου του Αύριο βρίσκεται η δέσμευση για βιωσιμότητα.



Εικόνα 7.16: Το μουσείο του αύριο, σύγχρονη αρχιτεκτονική που συνδυάζει τέχνη και βιωσιμότητα. Το κτίριο ενσωματώνει πολυάριθμες πράσινες πρωτοβουλίες για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και της κατανάλωσης ενέργειας. Το μουσείο είναι εξοπλισμένο με την πιο προηγμένη τεχνολογία για ενεργειακή αυτονομία. Στην οροφή του κτιρίου βρίσκεται ένα μεγάλο πεδίο ηλιακών πάνελ που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ενέργεια που παράγεται καλύπτει τις ανάγκες του μουσείου για φωτισμό, ψύξη και άλλες ηλεκτρικές ανάγκες. Πέραν των ηλιακών πάνελ, το μουσείο διαθέτει και σύγχρονο σύστημα αποθήκευσης ενέργειας, καθώς και σύστημα αυτοματοποιημένης διαχείρισης ενέργειας για αποδοτική χρήση της. Εκτός από τα ηλιακά πάνελ, το μουσείο χρησιμοποιεί και μικρο-ανεμογεννήτριες σε κατάλληλες τοποθεσίες για να εκμεταλλεύεται τον αέρα και να παράγει πράσινη ενέργεια.

Αυτός ο συνδυασμός εναλλακτικών πηγών ενέργειας ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία του μουσείου και μειώνει το οικολογικό του αποτύπωμα. Η κατασκευή του κτιρίου βασίστηκε σε υλικά μειωμένης ενεργειακής κατανάλωσης και χαμηλής εκπομπής CO₂. Επιπλέον, η διαχείριση των αποβλήτων κατά την κατασκευή έγινε με βιώσιμο τρόπο, προσδίδοντας στο κτίριο τον τίτλο "μηδενικών αποβλήτων". Η σχεδίαση του κτιρίου προωθεί τον φυσικό αερισμό και τη χρήση φυσικού φωτισμού με μεγάλα παράθυρα και φωτοβολταϊκά τζάμια. Επιπλέον, οι εξωτερικές περιοχές του μουσείου είναι φυτεμένες με πράσινες επιφάνειες, προσφέροντας ένα φυσικό μέσο απορρόφησης CO₂ και δημιουργώντας μια φιλική προς το περιβάλλον ατμόσφαιρα. Το συγκεκριμένο έργο αποτελεί πηγή έμπνευσης για την αρχιτεκτονική κοινότητα και για όλους όσους επιδιώκουν να συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος και τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής μας, παρέχοντας ταυτόχρονα σημαντικές εκπαιδευτικές εμπειρίες για την ανάπτυξη μιας πιο βιώσιμης κοινωνίας.

7.7 Το κτίριο Pixel Building στην Αυστραλία

Το Pixel Building, που βρίσκεται στη Μελβούρνη της Αυστραλίας, είναι ένα πρωτοποριακό παράδειγμα βιώσιμης αρχιτεκτονικής που δείχνει πώς οι αστικές κατασκευές μπορούν να συνδυάσουν την αισθητική, τη λειτουργικότητα και την περιβαλλοντική ευθύνη. Σχεδιασμένο από τους διάσημους αρχιτέκτονες του Studio 505, αυτό το μοναδικό κτίριο είναι πραγματικά ξεχωριστό, με την εντυπωσιακή πρόσοψή του σε μορφή Pixel και τη δέσμευσή του στις πρακτικές οικολογικής δόμησης. Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα του Pixel Building είναι η εντυπωσιακή πρόσοψή του σε μορφή Pixel. Η εξωτερική όψη του κτιρίου κοσμείται από πάνελ σε διάφορες ζωηρές αποχρώσεις του πράσινου, που αντιπροσωπεύουν μια σύγχρονη εκδοχή της παραδοσιακής τέχνης Pixel.

Ο σχεδιασμός Pixel όχι μόνο προσθέτει μια οπτικά εντυπωσιακή πτυχή στο κτίριο, αλλά εξυπηρετεί και έναν πρακτικό σκοπό, παρέχοντας σκιά και βελτιστοποιώντας το φυσικό φως. Οι αρχιτέκτονες του Pixel Building έθεσαν ως προτεραιότητα τη χρήση βιώσιμων και φιλικών προς το περιβάλλον υλικών σε όλη την κατασκευή. Προτιμήθηκαν ανακυκλωμένα και ανανεώσιμα υλικά όπου ήταν δυνατόν για να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου. Με την επιλογή υλικών με χαμηλή ενσωματωμένη ενέργεια, το αποτύπωμα άνθρακα του κτιρίου ελαχιστοποιήθηκε σημαντικά.

Στον πυρήνα της φιλοσοφίας σχεδιασμού του κτιρίου Pixel βρίσκεται η εστίαση στην ενεργειακή απόδοση. Ο καινοτόμος σχεδιασμός της πρόσοψης παίζει καθοριστικό ρόλο στη βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Τα πάνελ Pixel λειτουργούν ως σκίαστρα, μειώνοντας την ποσότητα του άμεσου ηλιακού φωτός που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους και συμβάλλοντας στη ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας. Αυτός ο παθητικός ηλιακός σχεδιασμός μειώνει την εξάρτηση του κτιρίου από την τεχνητή ψύξη, εξοικονομώντας κατά αυτόν τον τρόπο ενέργεια.



Εικόνα 7.17: Το Pixel Building, ξεχωριστό για τη βιώσιμη αρχιτεκτονική του και την ενεργειακή του απόδοση. Το κτίριο Pixel είναι εξοπλισμένο με ηλιακούς συλλέκτες στρατηγικά ενσωματωμένους στην πρόσοψη και την οροφή του. Αυτοί οι ηλιακοί συλλέκτες αξιοποιούν το ηλιακό φως για την παραγωγή καθαρής και ανανεώσιμης ενέργειας, συμβάλλοντας στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου. Η ενσωμάτωση των συστημάτων ηλιακής ενέργειας ευθυγραμμίζεται με τη δέσμευση του κτιρίου για βιωσιμότητα και μειώνει σημαντικά την εξάρτησή του από συμβατικές πηγές ενέργειας.

Η εξοικονόμηση νερού αποτελεί υψηλή προτεραιότητα στο σχεδιασμό του κτιρίου Pixel. Το κτίριο διαθέτει συστήματα συλλογής βρόχινου νερού που συλλέγουν και αποθηκεύουν το νερό της βροχής από την οροφή του. Αυτό το συλλεγόμενο νερό χρησιμοποιείται στη συνέχεια για μη πόσιμους σκοπούς, όπως η άρδευση και το καζανάκι της τουαλέτας, μειώνοντας τη ζήτηση για δημοτική παροχή νερού και προωθώντας την υπεύθυνη χρήση του νερού. Η οροφή του κτιρίου Pixel διαθέτει μια εντυπωσιακή εγκατάσταση πράσινης οροφής. Η πράσινη οροφή δεν προσθέτει μόνο αισθητική αξία στο κτίριο, αλλά εξυπηρετεί και διάφορους πρακτικούς σκοπούς. Βοηθά στη μόνωση του εσωτερικού χώρου, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη.

Επιπλέον, η πράσινη οροφή βοηθά στη διαχείριση των ομβρίων υδάτων, απορροφώντας το νερό της βροχής και μειώνοντας την απορροή. Το κτίριο Pixel δίνει έμφαση στις πρακτικές μείωσης των αποβλήτων και ανακύκλωσης. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής, καταβλήθηκαν προσπάθειες για την ελαχιστοποίηση των κατασκευαστικών αποβλήτων και τα υλικά που δεν μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επί τόπου στάλθηκαν για ανακύκλωση.

Μέσα στο κτίριο παρέχονται εγκαταστάσεις διαλογής και ανακύκλωσης απορριμμάτων για την ενθάρρυνση βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων μεταξύ των ενοίκων του. Το κτίριο Pixel ενσωματώνει προηγμένα συστήματα διαχείρισης κτιρίου που βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας και την άνεση. Έξυπνοι αισθητήρες παρακολουθούν την πληρότητα και ρυθμίζουν ανάλογα τον φωτισμό, τη θέρμανση και την ψύξη. Η τεχνολογία αυτή διασφαλίζει ότι η ενέργεια χρησιμοποιείται αποτελεσματικά και ελαχιστοποιείται η περιττή κατανάλωση. Πέρα από τα αρχιτεκτονικά του επιτεύγματα και τα επιτεύγματα βιωσιμότητας, το Pixel Building χρησιμεύει ως πρότυπο για την εμπλοκή και την εκπαίδευση της κοινότητας.

Στο κτίριο φιλοξενούνται τακτικά εκδηλώσεις, εργαστήρια και εκπαιδευτικά προγράμματα που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα, προσκαλώντας το κοινό να μάθει για τις πρακτικές πράσινης δόμησης και την περιβαλλοντική διαχείριση. Μέσω της εμπλοκής του με την τοπική κοινότητα, το Pixel Building προωθεί μια ευρύτερη κατανόηση της βιώσιμης ζωής και εμπνέει θετικές αλλαγές. Αποτελεί ένα ορόσημο που επαναπροσδιορίζει τη βιώσιμη αρχιτεκτονική. Καθώς οι πόλεις σε όλο τον κόσμο αναζητούν καινοτόμες λύσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και των περιβαλλοντικών προκλήσεων, το Pixel Building αποτελεί μια λαμπρή απόδειξη για το πώς η δημιουργικότητα, η τεχνολογία και ο βιώσιμος σχεδιασμός μπορούν να συνδυαστούν για τη δημιουργία ενός πιο πράσινου και βιώσιμου μέλλοντος.

8. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο: Σύνοψη, Συμπεράσματα και Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

8.1 Συμπεράσματα

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας αποτέλεσε η εφαρμογή των βιοκλιματικών αρχών από την θεωρία στην πράξη με ποικίλα παραδείγματα κτηρίων κατασκευών μελετών και υλικών. Μιλήσαμε αρχικά για την κλιματική αλλαγή τα προβλήματα που επιφέρει και αναλύσαμε κατασκευές, πόλεις και υλικά φιλικά στο περιβάλλον. Μελετώντας διάφορες τεχνικές και μεθόδους, από πολλά παραδείγματα ανά τον κόσμο η μελέτη στάθηκε ιδιαίτερα στις κύριες απαιτήσεις και ανέσεις των χρηστών προφυλάσσοντας παράλληλα το φυσικό περιβάλλον του πλανήτη μας.

Οι λύσεις που αναλύθηκαν στο πλαίσιο της πράσινης δόμησης και της ενεργειακής αυτονομίας κτηρίων και πόλεων, τηρώντας σε μεγάλο βαθμό τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και της ενεργειακής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του κτιρίου, τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος της περιοχής, τα χαρακτηριστικά του οικοπέδου και το τοπικό κλίμα (μικροκλίμα) της περιοχής. Αρχικά αναλύθηκαν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και μελετήσαμε πως μπορούμε να σχεδιάσουμε με φυσικά στοιχεία (π.χ. αέρας, ήλιος, νερό κ.λπ.) πως δηλαδή να εκμεταλλευτούμε τα φυσικά στοιχεία που μας δίνονται ανά το κλίμα και τις εκάστοτε ανάγκες.

Έπειτα αναλύθηκε η χρήση φυσικών υλικών (π.χ. πέτρα, ξύλο, μπαμπού) στο σχεδιασμό και πως αυτά μας επιτρέπουν να επιτύχουμε στις κατασκευές συνθήκες θερμικής, ψυκτικής, ακουστικής και οπτικής άνεσης. Επί του συγκεκριμένου εξετάστηκε η μελέτη περίπτωσης ενεργειακής αναβάθμισης σε υφιστάμενο κτήριο μέσω του προγράμματος «Εξοικονομώ-Αυτονομώ» όπου αναδείχθηκαν τα πολλαπλά οφέλη εξοικονόμησης ενεργείας και κόστους καθώς και η σύνδεση παλαιών κατασκευών με νέα υλικά και τεχνολογίες.

Έπειτα αναλύθηκαν τα λεγόμενα «πράσινα» κτήρια, ορίσαμε την έννοια τους και ποιος είναι ο σκοπός τους, μελετώντας τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους. Μετά την αποσαφήνιση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των πράσινων κτιρίων, μπορούμε πλέον να πούμε ότι πρόκειται για μια πρακτική ιδέα που μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά μέρη και χώρες, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους, λαμβάνοντας υπόψη τις ελλείψεις της κατασκευής τους, όσον αφορά τη διαθεσιμότητα ορισμένων περιβαλλοντικών συνθηκών, τα δομικά υλικά κ.λπ. αλλά δεν μπορούμε να βασιστούμε σε αυτήν κυρίως ως βασική λύση του στεγαστικού προβλήματος σε πολλά μέρη. Τονίζεται ότι τα πράσινα κτίρια προτιμώνται πλέον όλο και περισσότερο από τους κατασκευαστές και τους χρήστες.

Αρκετές πόλεις έχουν υιοθετήσει αυτή την προσέγγιση και έχουν συστήσει επιτροπές για τον καθορισμό των παραγόντων και των κανονισμών για να δοθεί σε ένα νεόδμητο κτίριο η "πράσινη" σφραγίδα. Μελετήθηκαν και αναλύθηκαν κάποια παραδείγματα αυτών σε διάφορα μέρη του κόσμου. Προκύπτει σημαντική προστιθέμενη αξία και οφέλη από τα πράσινα κτίρια σε όσους ανθρώπους διαβιούν σε αυτά. Με τη ρύπανση και τα επίπεδα του πληθυσμού που εξακολουθούν να αυξάνονται δραματικά, απαιτείται ένας τρόπος για να οργανωθεί η διαμονή και η βελτίωση του περιβάλλοντος. Επομένως, για να το θέσουμε με σαφήνεια, τα πράσινα κτίρια μπορούν και πρέπει να αποτελέσουν ουσιαστικό μέρος του στόχου της βιωσιμότητας και της αειφορίας.

Ωστόσο, όπως όλα γύρω μας έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, το ίδιο ισχύει και για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Μερικά από τα κύρια πλεονεκτήματα των βιοκλιματικών κτιρίων είναι κυρίως ότι προστατεύονται από δύσκολες καιρικές συνθήκες και είναι γενικά φιλικά προς το περιβάλλον, ενώ μερικά από τα κύρια μειονεκτήματα είναι ότι απαιτούν ειδικά υλικά που είναι

δύσκολο να βρεθούν και συχνά η κατασκευή τους είναι πολύ χρονοβόρα και απαιτητική, κάτι που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Συνοψίζοντας την έρευνα που κάναμε για την εν λόγω εργασία καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι βιοκλιματικές αρχές και οι συστηματικές μέθοδοι και τεχνικές μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγάλο βαθμό και μπορούν να προσαρμοστούν σε σημερινές κατοικίες, ανεξάρτητα από το σκοπό συνεισφοράς τους, δημιουργώντας παράλληλα αρχιτεκτονικά αποδεκτά αισθητικά αποτελέσματα που αξιοποιούν φυσικά στοιχεία προς όφελος των χρηστών, του περιβάλλοντος και του πλανήτη.

8.2 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει τελικά στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, και στην αναβάθμιση του άμεσου και κατ' επέκταση του ευρύτερου περιβάλλοντος μας. Είναι η ευεξία και η άνεση που νιώθουμε σε συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, υγρασίας, αερισμού και φωτισμού για να λειτουργήσουμε ομαλά. Δεν είναι πολυτέλεια, είναι μια πραγματική ανάγκη του σύγχρονου ανθρώπου. Για να προχωρήσουμε στην πράσινη δόμηση πρέπει να λαμβάνουμε υπόψιν πολλούς παράγοντες. Ενώ υπάρχουν ακόμη ορισμένα τεχνικά εμπόδια που πρέπει να ξεπεραστούν, το πράσινο κτήριο, κατέχει το ρόλο του στη καταπολέμηση της ολοένα επιδεινούμενης κλιματικής και ενεργειακής κρίσης.

Προς το παρόν η έννοια του «πράσινου κτηρίου» είναι στα πρώτα της βήματα με αποτέλεσμα να μην είναι τόσο άμεση η επαφή και η εξειδίκευση ως προς την κατασκευή αλλά και την χρήση των οικολογικών υλικών. Οπότε το κόστος αυξάνεται αισθητά και γίνεται πιο δύσκολο για τον μέσο άνθρωπο να εκσυγχρονίσει την τωρινή ή μελλοντική κατοικία του σύμφωνα με τις βιοκλιματικές αρχές. Μελλοντικά ελπίζουμε σε μία άμεση και επιτακτική ανάγκη την εφαρμογής του βιοκλιματικού σχεδιασμού, που θα απελευθερώσει τις κοινωνίες και όλες τις κοινωνικές τάξεις από τους παραδοσιακούς τρόπους παραγωγής αλλά και χρήσης της ενέργειας. Αποτελεί επομένως αντικείμενο περαιτέρω διερεύνησης η δυνατότητα εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού τόσο σε υφιστάμενα κτίρια όσο και σε καινούρια, με μεθόδους και κόστη τα οποία θα είναι εφικτό να υλοποιηθούν σε ευρύτερη κλίμακα μέσα στην κοινωνία.

Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Άρθρο: Τι είναι κλιματική αλλαγή;

[Τι είναι η κλιματική αλλαγή; | European Youth Portal \(europa.eu\)](#)

Δομική Φυσική και Αρχές Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού Κτιρίων - Νίκος Παπαμανώλης, 2015

<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/5407>

Strategies to save energy in the context of the energy crisis: a review - Mohamed Farghali¹, Ahmed I. Osman, Israa M. A. Mohamed, Zhonghao Chen, Lin Chen, Ikko Ihara¹ Pow-Seng Yap, David W. Rooney, 8 March 2023 / Published online: 23 March 2023

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-023-01591-5>

The New Energy Crisis Climate, Economics and Geopolitics - J. Chevalier, P. Geoffron Springer, 30 Απρ 2016

Άρθρο: Strategies to save energy in the context of the energy crisis: a review Mohamed Farghali¹, Ahmed I. Osman/Israa M. A. Mohamed, Zhonghao Chen/Lin Chen/Ikko Ihara/Pow-Seng Yap/David W. Rooney / Published online: 23 March 2023 © The Author(s) 2023

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10311-023-01591-5>

Future energy-optimised buildings — Addressing the impact of climate change on buildings - Keivan Bamdad, Michael E. Cholette, Sara Omrani, John Bell 15 January 2021

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877882033396X>

Ecological Design Tenth Anniversary Edition - Sim Van der Ryn Stuart Cowan Island Press, 1996

https://books.google.gr/books/about/Ecological_Design.html?id=7UQfsbumtzUC&redir_esc=y

Άρθρο: Bioclimatic Architecture, a Sensible and Logical Approach towards the Future of Building Development -Author(s): Horia Țundrea, Mihai Budescu - November 29, 2013

Biophilic Architecture for restoration and therapy within the built environment -Farhan Asim¹, Shreya Rai, Venu Shree November 10, 2020

[Biophilic architecture for restoration and therapy within the built environment: a review | Visions for Sustainability \(unito.it\)](#)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Άρθρο: Renewable energy sources - center for renewable energy sources and saving http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_eng.htm

Άρθρο: What is wind power? - office of energy efficiency & renewable energy <https://windexchange.energy.gov/what-is-wind>

Άρθρο: Biomass-renewable energy from plants and animals - U.S. Energy Information Administration (public domain)

<https://www.eia.gov/energyexplained/biomass/>

Άρθρο: What is geothermal energy? How does it work? - TWI

<https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/geothermal-energy>

Άρθρο: Solar water heating with solar thermal panels - Sarah Ingrams

<https://www.which.co.uk/reviews/solar-panels/article/solar-water-heating-with-solar-thermal-panels-aFNiM0I472jL>

Άρθρο: Biomass - European Commission

https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biomass_en

Άρθρο: Ηλιακή / Φωτοβολταϊκά - Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας

<https://ypen.gov.gr/energeia/ape/technologies/iliaki-fotovoltaika/>

Άρθρο: Θερμικά Ηλιακά Συστήματα - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

http://www.cres.gr/cres/files/xrisima/ekdoseis/ekdoseis_GR17.pdf

Άρθρο: Παθητικά Ηλιακά Συστήματα - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μακροχρόνια Στρατηγική για το έτος 2050 (Long Term Strategy 2050 – LTS) – Ελληνική Δημοκρατία – Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

<https://ypen.gov.gr/energeia/esek/lts/>

Άρθρο: 9 BUILDING MATERIALS AND THEIR SHOCKING CARBON FOOTPRINTS THAT WILL SURPRISE YOU.

<https://pliteq.com/news/building-vs-carbon-footprint/>

Άρθρο: Carbon Footprint of Building Materials (Green Building Calculator) -Written by Georgette Kilgore Carbon Offsets Credits | February 27, 2023

[Carbon Footprint of Building Materials \(Green Building Calculator\) \(8billiontrees.com\)](https://8billiontrees.com/carbon-footprint-of-building-materials/)

Building Materials – A Hidden Heavyweight for Climate Action - 7 April 2022 By Anna Zinecker, PEEB (Bonn/GIZ), and Jérémy Bourgault, PEEB (Paris/AFD)

<https://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/building-materials-a-hidden-heavyweight-for-climate-action/>

Άρθρο: What is the carbon footprint and why will reducing it help to combat climate change?

<https://www.iberdrola.com/sustainability/carbon-footprint>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ: Προς μια θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον.

<http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2004/EL/1-2004-60-EL-F1-1.Pdf>

Green Architecture: Advanced Technologies and Materials - Osman Attmann, 2010

Άρθρο: Advantages and Disadvantages of a Green Building - 2023 Earth Eclipse

<https://eartheclipse.com/environment/advantages-disadvantages-of-green-building.html>

Άρθρο: Green Buildings: Advantages and Disadvantage - September 16, 2020

<https://www.weetas.com/article/green-buildings-advantages-and-disadvantages/>

Άρθρο: Pros and Cons of Green Buildings: Do the Advantages Outweigh the Disadvantages?

Claire Fraser, July 26, 2023

<https://www.solarfeeds.com/mag/pros-and-cons-of-green-buildings/>

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Άρθρο: The East Coast Greenway Is Becoming One of America's Most Visited Outdoor Spaces: The decades-long project to create a paved trail that runs along the entire Eastern Seaboard has gained renewed interest during the pandemic. BY MICHAEL VENUTOLO-MANTOVAN September 20, 2021

<https://www.cntraveler.com/story/the-east-coast-greenway-is-becoming-one-of-americas-most-visited-outdoor-spaces>

Άρθρο: EAST COAST BIKE TRAIL WILL STRETCH 3,000 MILES FROM MAINE TO FLORIDA: The East Coast Greenway will give bikers the chance to see 15 states on one bike path. BY KELSEY KLOSSPUBLISHED: JUL 7, 2016

<https://www.elledecor.com/life-culture/travel/news/a8854/bike-trail-east-coast-greenway/>

Άρθρο: Greenways Ireland <https://greenwaysireland.org/waterford-greenway/>

Άρθρο: GALLY, OPERATED BY LES FERMES DE GALLY (SAINT-DENIS, FRANCE) - Caroline Robin et Amandine Galli (Gally)

<https://www.urbanfarming-greenhouse.eu/gally-fermes-de-gally-france>

Άρθρο: A Once-Polluted Chinese City Is Turning from Gray to Green -BY CHRISTINA LARSON, OCTOBER 17, 2011

https://e360.yale.edu/features/shenyang_a_oncepolluted_china_city_is_turning_from_gray_to_green

Edible Green Infrastructure for Urban Regeneration and Food Security: Case Studies from the Campania Region-by Alessio Russo Published: 14 August 2020

<https://scholar.google.se/citations?user=EHiXOUgAAAAJ&hl=th>

Άρθρο: CAPE TOWN - SOUTH AFRICA - Sustainable Procurement Targets

<https://glen-on-sp.org/cities/cape-town/>

Cities and Green Growth: A Conceptual Framework - Hammer, S. et al., 2011

Cities and Green Growth: A Conceptual Framework, OECD Regional Development Working Papers 2011/08, OECD Publishing.

Άρθρο: SUSTAIN EUROPE - Green Berlin - April 22, 2019

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

THE IMPORTANCE OF GREENERY IN SUSTAINABLE BUILDINGS - Ali Sayigh, Antonella Trombadore Published: 25/07/2022

Άρθρο: What is a green or sustainable building? - Hari Srinivas - Concept Note Series E-029, June 2015

Άρθρο: Sustainable Building Features-Maple Ridge

Άρθρο: Exploring the economic and social benefits of sustainable buildings - Earth.org

Άρθρο: 10 Benefits of green building – New School of architecture and design

Άρθρο: Πλεονεκτήματα ενός αειφόρου κτιρίου - ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΑΕΙΦΟΡΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΛΛΑΔΑΣ

Άρθρο: Lumen building of environmental sciences chair groups - Dissa Natria, 4 December 2019

Άρθρο: Villa Flora, Venlo – Pellikaan

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Άρθρο: Architektur und Bauprojekte -

Άρθρο: Nest We Grow / Kengo Kuma & Associates + College of Environmental Design UC Berkeley - Published on January 29, 2015

<https://www.archdaily.com/592660/nest-we-grow-college-of-environmental-design-uc-berkeley-kengo-kuma-and-associates>

Άρθρο: Diana Kellogg Architects design sustainable Girl's School out of sandstone in the Thar Desert- By Karl van Es architecture, sustainability April 30, 2021

<https://www.avontuura.com/rajkumari-ratnavati-girls-school-diana-kellogg-architects/>

Άρθρο: Diana Kellogg's oval-shaped girl's school is designed to empower women in rural India - lynne myers I designboom - apr 26, 2021

<https://www.designboom.com/architecture/diana-kellogg-the-rajkumari-ratnavati-girls-school-rural-india-04-26-2021/>

Άρθρο: Rajkumari Ratnavati Girls' School in Jaisalmer- Diana Kellogg Architects - Published in: Arquitectura Viva 254 (pages 62-65) Sou Fujimoto Architects

<https://arquitecturaviva.com/works/escuela-de-ninas-rajkumari-ratnavati-en-jaisalmer>

Impact of Modern Construction Practices as Compare to Traditional Construction for Sustainable Rural Houses in the Northern Eastern Part of Rajasthan - Prateek Sharma, Sanjay K. Sharma, Vimal Preet

ELEMENTS OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE- Rosa Urbano Gutiérrez and Laura de la Plaza Hidalgo 2016

Άρθρο: Museu do Amanha - Study Smarter

<https://www.studysmarter.co.uk/explanations/engineering/what-is-engineering/museu-do-amanha/>

Άρθρο: About the museum - Museu do Amanha

<https://museudoamanha.org.br/en/about-the-museum>

Άρθρο: Pixel Building – Stephenvarady, Architraveller

<https://stephenvaradyarchitrveller.com/2018/02/11/melbourne-Pixel-building-australia/>

Άρθρο: Case Study - Carbon Neutral Offices - The Pixel Building case study

<https://cdn.archilovers.com/projects/4b28f524-bfac-47eb-93db-cc44f16bd2e4.pdf>

Άρθρο: A green icon + Future proof investment, Daniel Grollo, CEO – Grocon

<https://www.Pixelbuilding.com.au/greenicon.html>