



ΣΧΟΛΗ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΤΕΧΝΩΝ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΟΛΕΩΝ ΚΑΙ ΚΤΙΡΙΩΝ»

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

«Επίδραση στις συνθήκες άνεσης και στο ενεργειακό αποτύπωμα
κτιρίων από τη χρήση διπλών κελυφών και αεριζόμενων προσόψεων»
«Impact to the internal comfort conditions and the energy footprint of
buildings from the use of double shells and ventilated facades»

ΜΑΒΙΔΟΥ ΕΛΕΝΗ

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Μαρτινόπουλος
Συν- Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αγγελική Χατζηδημητρίου

Πάτρα, Ακαδημαϊκό Έτος 2021-2022



Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας («συγγραφέα/δημιουργού») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας της συγγραφέως/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση της συγγραφέως/δημιουργού. Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Στην οικογένειά μου, στους καθηγητές μου και στους πολύτιμους συνεργάτες μου,
ARMEFTIS PARTNERS LLC & PRIME DESIGN



Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας περιεχομένων.....	3
Πίνακας Εικόνων	5
Πίνακας Διαγραμμάτων	10
Περίληψη.....	12
Λέξεις Κλειδιά.....	13
Abstract	14
Keywords	15
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
2. Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.....	20
2.1. Στατιστικά στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας σε Ευρωπαϊκή ένωση, Ελλάδα και Κύπρο / Συμπεράσματα / Νομοθετικό πλαίσιο.....	20
2.2. Κτιριακός τομέας ανά λειτουργία κτιρίου	26
2.3. Νομοθετικά πλαίσια για μετριασμό της κλιματικής αλλαγής - Ευρωπαϊκό σύμφωνο και στόχοι.....	29
2.3.1. Ευρωπαϊκή πολιτική για το περιβάλλον	29
2.3.2. Κυπριακή πολιτική για το περιβάλλον	30
2.3.3. Στόχοι στον κτιριακό τομέα σε Ελλάδα και Κύπρο	31
2.4. Προτάσεις για ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακού αποθέματος	36
3. Οι δικέλυφες κατασκευές ως τρόπος ενεργειακής αναβάθμισης των κατασκευών – Παρουσίαση του συστήματος.....	40
3.1. Το κέλυφος και η λειτουργία του.....	40
3.2. Προσδιορισμός του συστήματος του διπλού κελύφους και ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος	52
3.3. Ιστορική ανασκόπηση – Εξελικτική πορεία	58
3.4. Τύποι δικέλυφων προσόψεων - Υλικά κατασκευής και τύπος διάκενου	62
3.5. Ποιοτικός προσδιορισμός θετικών και αρνητικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης	74
3.6. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του συστήματος της αεριζόμενης πρόσοψης έναντι άλλων μεθόδων σε υφιστάμενα κτίρια	77
3. Μελέτες περιπτώσεων – Δυο νέα κτίρια στην πόλη της Λεμεσού	80
3.1. Η πόλη της Λεμεσού.....	80
4. Αντικείμενο Μελέτης	92
4.1. 1 ^η μελέτη περίπτωσης – 5ώροφη πολυκατοικία διαμερισμάτων στη Λεμεσό – Παρουσίαση στοιχείων	93



4.2.	2 ^η μελέτη περίπτωσης – 7ώροφο κτίριο γραφείων στη Λεμεσό - Παρουσίαση στοιχείων.....	103
4.3.	Συγκριτικά συμπεράσματα για την εφαρμογή και την απόδοση του συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης.....	109
4.3.1.	Περίπτωση Α – Κτίριο διαμερισμάτων.....	109
4.3.2.	Περίπτωση Β – Κτίριο γραφείων.....	117
4.4.	Διερεύνηση οφέλους από την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στην πρόσοψη του κτιρίου κατοικιών και του κτιρίου γραφείων.....	125
4.4.1.	Περίπτωση Α – Κτίριο κατοικιών.....	126
4.4.2.	Περίπτωση Β – Κτίριο γραφείων.....	128
4.5.	Συγκριτικά αποτελέσματα για την εφαρμογή και την απόδοση του συστήματος.....	131
4.5.1.	Περίπτωση Α – Κτίριο κατοικιών.....	131
4.5.2.	Περίπτωση Β – Κτίριο γραφείων.....	132
5.	Συμπεράσματα	133
	Βιβλιογραφία	135



Πίνακας Εικόνων

Εικόνα 1. Απογραφή 1948 - Εικόνα 2. Απογραφή 04/1889 - Εικόνα 3. Απογραφή 12/1920	18
Εικόνα 4. Απογραφή 10/1940 - Εικόνα 5. Απογραφή 3/1971 - Εικόνα 6. Απογραφή 5/2011	18
Εικόνα 7. (Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά πηγή σε παγκόσμιο επίπεδο μεταξύ των ετών 1800-2019 (ourworldindata, Επίσκεψη: 2022)	20
Εικόνα 8. (Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε Ελλάδα και Κύπρο μεταξύ των ετών 1965-2020 (ourworldindata, Επίσκεψη: 2022)	21
Εικόνα 9. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο για το έτος 2020, σε σχέση με τον Μ.Ο. της κατανάλωσης για τα έτη 2017-2019 (Energy efficiency statistics, Επίσκεψη: 2022)	22
Εικόνα 10. Κατανομή της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τομείς, έτος 2018, ΕΕ27 (EUROSTAT, Επίσκεψη: 2022)	23
Εικόνα 11. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα κατά τη χρήση, έτος 2013 (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013).	25
Εικόνα 12. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, κατά τύπο χρησιμοποιούμενου καυσίμου, έτος 2013 (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013).	25
Εικόνα 13. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Κύπρο κατά τη χρήση, για τα έτη 2017-2018 (Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου, Για Νοικοκυριά, 2020)	26
Εικόνα 14. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα, έτος 2018 (Μανιάτης, Παρασιώκας, Βαλάσκας, Βέττας, & Danchev, 2021)	26
Εικόνα 15. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Κύπρο, έτη 2018 & 2020 (Horizon, 2021)	27
Εικόνα 16. Κατηγορίες κτηρίων ανάλογα με τη χρήση τους. Η κατηγοριοποίηση γίνεται σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος ΤΕΕ (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, 20701-1/2017, ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)	28
Εικόνα 17. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά δραστηριότητα κτιρίου (Γάκης & Ψωμάς, 2015)	28
Εικόνα 18. Πλήθος κτιρίων στην Ελλάδα, ανά χρήση, έτος απογραφής 2011.	32
Εικόνα 19. Κατανομή κτιρίων στην Ελλάδα, με βάση την περίοδο κατασκευής, έτος απογραφής 2011	32
Εικόνα 20. Κτίρια κατοικιών στην Κύπρο, ανά τύπο και καθεστώς κατοίκησης (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)	33
Εικόνα 21. Ποσοστό επί του συνόλου των κατοικιών στην Κύπρο με εφαρμογή των μέτρων θερμομόνωσης (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)	33
Εικόνα 22. Άλλα κτίρια εκτός κατοικιών στην Κύπρο (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)	33
Εικόνα 23. Πλήθος των κτιρίων, εκτός κατοικίας στην Κύπρο, ανά τύπο, με διαχωρισμό στο έτος ανέγερσης πριν και μετά το 2006 (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)	34
Εικόνα 24. Ενεργειακή κατηγορία πριν και μετά τις ενεργειακές επεμβάσεις (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, 2016)	37
Εικόνα 25. Ποσοστό ΠΕΑ κτιρίων κατοικιών ανά κατηγορία μετά τη 2 ^η ενεργειακή επιθεώρηση (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, 2016)	38
Εικόνα 26. Θερμικές απώλειες σε μία κατοικία (alunet.gr, 2019)	41



Εικόνα 27. Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητα (Σουλιώτης, Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019)	42
Εικόνα 28. Ηλιακή Ακτινοβολία (ΝΟΗΣΙΣ & Τεχνολογίας, Επίσκεψη: 2022)	43
Εικόνα 29. Ηλιακό ύψος και Αζιμούθιο ήλιου (Ανδρουτσόπουλος, Αραβαντινός, Αξαρή, Θεοδοσίου, & Τσιακαλουδάκη, 2011)	45
Εικόνα 30. Εισερχόμενη σε κτίριο ηλιακή ακτινοβολία	45
Εικόνα 31. Τμήμα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας επανεκπέμπεται στο περιβάλλον (ΑΝΕΛΙΞΙΣ, Έρευνα, Προώθηση και Διάδοση εφαρμογών Α.Π.Ε. και , & Οικολογικής Αρχιτεκτονικής, 2013)	46
Εικόνα 32. Φυτεμένη πρόσοψη (ΥΠΕΝ: ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός με όλες τις νέες αλλαγές)	47
Εικόνα 33. Παράδειγμα φυτεμένου δώματος (kentromonoseon, Επίσκεψη: 2022)	47
Εικόνα 34. Κατασκευή αεριζόμενης πρόσοψης, Ventilated Façade Layers, (Rai, 2019)	55
Εικόνα 35. Τρόπος λειτουργίας αεριζόμενης πρόσοψης (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)	56
Εικόνα 36. Αεριζόμενο δώμα (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης, 2005)	56
Εικόνα 37	57
Εικόνα 38. Μόνωση τοιχοποιίας με διάκενο (ergatex, Επίσκεψη: 2021)	57
Εικόνα 39. - Εικόνα 40. Υλικά στις χωμάτινες κατασκευές για εγκλωβισμό αέρα (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη , 2013)	58
Εικόνα 41, Τσατμάς, (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη , 2013)	59
Εικόνα 42. Δικέλυφη κατασκευή στον οικισμό Μέσα Βέρντε των Ανασάζι, (Colorando, 2018)	59
Εικόνα 43. Κατασκευές Trulli Alberobello Ιταλίας, (Unesco, 1996)	60
Εικόνα 44. Κατασκευή διπλής αεριζόμενης στέγης (cdkn.org, 2014)	61
Εικόνα 45. Διπλή στέγη, (Double roof of Cham, 2010)	Εικόνα 46. Διπλή στέγη, (Kotaro Nishiki, 2021)
Εικόνα 47. Κατασκευή αεριζόμενης όψης από υαλοπίνακες, (Παπαμανώλης, 2015)	63
Εικόνα 48. Εικόνα 49. Εικόνα 50 . Τρόπος λειτουργίας των διπλών όψεων (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)	63
Εικόνα 51. - Εικόνα 52. Kraanspoor Amsterdam (OTH architecten, 2007)	64
Εικόνα 53. Τρόπος λειτουργίας των διπλών όψεων (Rouhollah Norouzi, 2019)	64
Εικόνα 54. Τρόπος ανάρτησης του συστήματος, Εικόνα 55. Τρόπος λειτουργίας	65
Εικόνα 56. Στρώμα θερμομόνωσης (Ventilated Façade Systems with light steel frame construction, Επίσκεψη: 2022) - Εικόνα 57. Ανάρτηση τελικής επιφάνειας (Iqbal, 2019)	65
Εικόνα 58. Μεταφορά φλόγας (Iqbal, 2019) -Εικόνα 59. Κατάταξη των υλικών για αντίδραση στη φωτιά, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο (Προεδρικό διάταγμα 41/18 - Άρθρο, 2018)	66
Εικόνα 60. Προστασία κυρίως κελύφους από βροχή (Walinjkar, Rainscreen Ventilated Façade, 2020)	66
Εικόνα 61. Εικόνα 62. Εικόνα 63. Φυτεμένες προσόψεις (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)	68
Εικόνα 64. Συστήματα κάθετων κήπων Εικόνα 65 Συστήματα κάθετων κήπων	68
Εικόνα 66. Βιοκλιματισμός, η κηρήθρα ως έμπνευση,	69
Εικόνα 67. Βιοκλιματισμός η κηρήθρα ως έμπνευση, (Charest , 2022)	69
Εικόνα 68. - Εικόνα 69. Προσόψεις με επένδυση εφελκυσμένης μεμβράνης (Madappallath, Tensile Farbric shall play an important role in facades of the future, 2019)	70



Εικόνα 70. - Εικόνα 71. Προσόψεις με επένδυση εφελκούμενης μεμβράνης (Tensile fabric , Επίσκεψη: 2022).....	70
Εικόνα 72. Φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη (Bratislav Svetozarevic, και συν., 2016).....	71
Εικόνα 73. Εικόνα 74.	71
Εικόνα 75. - Εικόνα 76. Αεροδρόμιο Μπρίσμπεϊν-Συλλογή αιολικής ενέργειας (Ar. Rohin Sher, 2019)	72
Εικόνα 77. Randall Μουσείο- Συλλογή αιολικής ενέργειας (Ar. Rohin Sher, 2019)	72
Εικόνα 78. Παράδειγμα ουρανοξύστη, με την εφαρμογή υλικών στην πρόσοψη, για καθαρισμό της ατμόσφαιρα, (Ar. Rohin Sher, 2019).....	73
Εικόνα 79. - Εικόνα 80. Κτίριο στο Δουβλίνο, Χρήση ζωντανής κουρτίνας με άλγη (ecoLogicStudio, 2018)	74
Εικόνα 81. Κτίριο γραφείων PROTOPAPAS MGO, επί της Σπύρου Κυπριανού, Λεμεσός (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	79
Εικόνα 82. Κτίριο γραφείων «THE OVAL», Λεμεσός (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	79
Εικόνα 83, Μηνιαίες θερμοκρασιακές μεταβολές Ημέρα - Νύχτα (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα, , Επίσκεψη: 2021).....	83
Εικόνα 84. (Μηνιαία Μεταβολή της Θερμοκρασίας Αέρα, Λεμεσός, 1991-2000).....	83
Εικόνα 85. (Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (μέρα νύχτα), μέση ετήσια βροχόπτωση (βροχή & χιόνι) και μέρες ηλιοφάνειας ανά μήνα, (Weather, Επίσκεψη: 2021)	84
Εικόνα 86. Μέση Ετήσια Ταχύτητα Ανέμου στην Κύπρο στα 10 μέτρα (m/s) (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα, Επίσκεψη: 2021)	85
Εικόνα 87. Ένταση και φορά ανέμου (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικές πληροφορίες, Κλιματολογικοί χάρτες, Επίσκεψη: 2021)	85
Εικόνα 88. Ολική ετήσια βροχόπτωση, Κύπρος (Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2014).....	86
Εικόνα 89. 3d proposal Εικόνα 90. 3d proposal	93
Εικόνα 91. Φωτογραφία υπό ανέγερση κτιρίου	100
Εικόνα 92. Φωτογραφία υπό ανέγερση κτιρίου	100
Εικόνα 93. Θέση τεμαχίου (googlemaps, Επίσκεψη: 2022).....	101
Εικόνα 94. Τεμάχιο (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)	101
Εικόνα 95 Εικόνα 96 Εικόνα 97, Φωτογραφίες του κτιρίου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα).....	105
Εικόνα 98, Θέση Τεμαχίου, (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)	107
Εικόνα 99. Τεμαχίου, (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)	107
Εικόνα 100. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στην εδαφόπλακα και στις επικαλύψεις αυτής στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT..	109
Εικόνα 101. Υπολογισμός του Συντελεστή θερμοπερατότητας του στοιχείου Ισόγειο δάπεδο.	109
Εικόνα 102. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο μη βατό δώμα, πάνω από τον τελευταίο όροφο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.....	110
Εικόνα 103. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε βατό δώμα, πάνω από τον εσωτερικό χώρο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	110
Εικόνα 104. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	111



Εικόνα 105. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από αργιλικό τούβλο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	112
Εικόνα 106. Κατασκευαστική λεπτομέρεια αεριζόμενης όψης (Walinjkar, Rainscreen Ventilated Façade, 2020) & (Ιδια επεξεργασία, 2021).....	112
Εικόνα 107. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	113
Εικόνα 108. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	114
Εικόνα 109. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου με συμβατική θερμομόνωση 8εκ. στο κέλυφος του κτιρίου διαμερισμάτων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	115
Εικόνα 110. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου αναρτηση αεριζόμενης πρόσοψης στο κέλυφος του κτιρίου διαμερισμάτων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	115
Εικόνα 111. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο δάπεδο ισογείου και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	118
Εικόνα 112. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο μη βατό δώμα, πάνω από τον τελευταίο όροφο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.....	118
Εικόνα 113. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε βατό δώμα, πάνω από τον εσωτερικό χώρο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	119
Εικόνα 114. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-ENGINE ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ MODECSOFT.....	120
Εικόνα 115. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από αργιλικό τούβλο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	120
Εικόνα 116. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	121
Εικόνα 117. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	122
Εικόνα 118. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου με συμβατική θερμομόνωση στο κέλυφος του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	123
Εικόνα 119. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου μετά από την ανάρτηση αεριζόμενης πρόσοψης στο κέλυφος του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.....	123
Εικόνα 120. Πρόταση για αντικατάσταση τμήματος των σύνθετων πανέλων αλουμινίου της νότιας όψης με φωτοβολταϊκά, (Ιδια επεξεργασία).....	126



Εικόνα 121. Βορειοδυτική όψη ανάπτυξης,, Ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη, εντός κόκκινου περιγράμματος, (Ίδια επεξεργασία)	127
Εικόνα 122. BLOCK I, Κάτοψη Τυπικού Ορόφου, Ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη στους τέσσερις όμοιους ορόφους, εντός κόκκινου περιγράμματος, (Ίδια επεξεργασία)	127
Εικόνα 123. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μετά την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη του BLOCK I, στους τέσσερις όμοιους ορόφους, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	128
Εικόνα 124, Νοτιοανατολική όψη, Εικόνα 125, Νοτιοδυτική όψη,	129
Εικόνα 126. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μετά την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.	130



Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1, Μερίδια στην κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στην Ελλάδα, σύγκριση ετών 2005, 2010 & 2015 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050, 2015)	24
Διάγραμμα 2. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00	88
Διάγραμμα 3. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)	88
Διάγραμμα 4. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 15:00	89
Διάγραμμα 5. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)	89
Διάγραμμα 6. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 10:00	90
Διάγραμμα 7. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 10:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)	90
Διάγραμμα 8. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 15:00	91
Διάγραμμα 9. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 15:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)	91



Πίνακας Σχεδίων

Σχέδιο 1. Χωροταξικό (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	95
Σχέδιο 2. BLOCK I, 1 ^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	96
Σχέδιο 3. BLOCK II, 1 ^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	96
Σχέδιο 4. BLOCK I, 5 ^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	97
Σχέδιο 5. BLOCK I, 5 ^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	97
Σχέδιο 6. BLOCK I, 5 ^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	98
Σχέδιο 7. Βόρεια όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	98
Σχέδιο 8. Δυτική όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα).....	99
Σχέδιο 9. Νότια όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	99
Σχέδιο 10, Κάτοψη Ισογείου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα).....	103
Σχέδιο 11, Κάτοψη 1 ^{ου} ορόφου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	103
Σχέδιο 12, Κάτοψη 4 ^{ου} Ορόφου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα).....	104
Σχέδιο 132, Κάτοψη οροφής (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)	104
Σχέδιο 14 Νοτιοδυτική όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα) Σχέδιο 15, Βορειοδυτική όψη	105



Περίληψη

Στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης και με την προϋπόθεση ότι, η μέγιστη δυνατή απολαβή αγαθών από το περιβάλλον οφείλει να σέβεται και να μην εμποδίζει τη φυσική παραγωγή των αγαθών αυτών σε ικανοποιητική ποσότητα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα και για μελλοντική τους χρήση, ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός, ακολουθώντας τη βασική αρχή για σχεδιασμό φυσικών αντικειμένων, κτιρίων, δομημένου περιβάλλοντος και υπηρεσιών που θα συμμορφώνονται με τις αρχές της κοινωνικής, οικονομικής και οικολογικής βιωσιμότητας, έρχεται σαν πρόταση αποκατάστασης της διατάραξης του αστικού χώρου και τοπίου.

Η παραδοσιακή αρχιτεκτονική διαφόρων τόπων και λαών και ο τρόπος που οι χωρίς τεχνογνωσία ντόπιοι τεχνίτες κατασκεύαζαν κτίρια και διαμόρφωναν τον περιβάλλοντα χώρο αυτών, μπορεί να λειτουργήσει ως πηγή έμπνευσης για την εφαρμογή σχεδιαστικών αρχών σε νέα ή και υφιστάμενα κτίρια, με τα τελευταία ειδικά να έχουν χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα ενεργοβόρα.

Μια από τις μεθόδους που εφαρμόστηκε στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι η κατασκευή διπλού κελύφους, τεχνική η οποία κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια, παρουσιάζοντας θετικά αποτελέσματα στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, με συνεισφορά στη θερμομόνωση, στην ηλιοπροστασία και την ανεμοπροστασία του κυρίως κελύφους, αλλά και την ηχομόνωση.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία, η οποία αποτελείται από δυο τμήματα, θα εξετάσει την αποτελεσματικότητα της πιο πάνω τεχνικής, κυρίως σε σχέση με τη συνεισφορά της στην μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου εφαρμογής της.

Στο πρώτο τμήμα θα γίνει αναφορά στην υπερκατανάλωση ενέργειας και κατ' επέκταση των φυσικών πόρων, αλλά και στην ανάγκη εξοικονόμησης αυτών, καθώς και στα σχετικά Νομοθετικά πλαίσια.

Θα γίνει η διαχρονική παρουσίαση και εξέλιξη των διπλών κελυφών, η επεξήγηση του τρόπου λειτουργίας τους, τα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν

Στο δεύτερο τμήμα θα γίνει αξιολόγηση της συνεισφοράς εφαρμογής της μεθόδου στην εξοικονόμηση ενέργειας και μελέτη της ενεργειακής συμπεριφοράς πριν και



μετά την εφαρμογή του συστήματος διπλού κελύφους σε κτίριο κατοικιών και σε κτίριο γραφείων, λόγω της διαφορετικής λειτουργίας και των διαφορετικών τους απαιτήσεων.

Θα εξεταστεί το ενδεχόμενο, της ανάρτησης φωτοβολταϊκών πλασιών στο εξωτερικό κέλυφος και θα ελεγχθεί εκ νέου η ενεργειακή συμπεριφορά, αλλά και η συνεισφορά αυτών στην παραγωγή ενέργειας.

Η εξέταση των σεναρίων θα πραγματοποιηθεί με το ειδικό λογισμικό «ECO-engine» της εταιρείας «MODECSOFT» (MODECSOFT, 2022), το οποίο διεξάγει ακριβείς υπολογισμούς με βάση την κυπριακή παραλλαγή της μηχανής υπολογισμού «Simplified Building Energy Model Cyprus» SBEMcy¹. Το «ECO-engine», αποτελεί την κυπριακή έκδοση του ελληνικού λογισμικού TEE-KENAK, στο οποίο εφαρμόζονται οι απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των ελληνικών κτηρίων, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.), καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Ελληνικού Επιμελητηρίου - Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο τέλος θα παρουσιαστούν σχόλια και γενικά συμπεράσματα αναφορικά με την αποτελεσματικότητα εφαρμογής των συστημάτων διπλού κελύφους και θα γίνει εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών και αποτελεσμάτων προς την κατεύθυνση μιας πιο στοχευμένης προσέγγισης.

Λέξεις Κλειδιά

- Εξοικονόμηση ενέργειας,
- Δικέλυφες κατασκευές,
- Φυσικός αερισμός,
- Φαινόμενο καμινάδας,
- Φωτοβολταϊκά πλαίσια.

¹ Το SBEMcy αποτελεί την κυπριακή παραλλαγή του SBEM, το οποίο βασίζεται στην Εθνική Μέθοδο Υπολογισμού την Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων του Ηνωμένου Βασιλείου και χρησιμοποιείται για την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης, με σκοπό τη συμμόρφωση με τους κανονισμούς των χωρών του Ηνωμένου Βασιλείου, (Χριστοδούλου, 2016).



Abstract

Within the frame of sustainable development and provided that the maximum possible gain of goods from the environment, must respect and not hinder the natural production of these goods in a sufficient quantity, so that there is the possibility for their future use, environmental planning, following the basic principle to design natural objects, buildings, built environment and services that will comply with the principles of social, economic and ecological sustainability, becomes the proposal for the restoration of the disturbance of urban space and landscape.

Traditional architecture of various places and peoples, and the way that unskilled local craftsmen constructed buildings and shaped their surrounding space, can act as a source of inspiration for the application of design principles to new and even existing buildings, with the latter especially being characterized as particularly energy-intensive.

One of the methods applied in traditional architecture is the construction of a double shell, technique that has gained more and more ground in recent years, showing positive results in energy saving in buildings, with a contribution to thermal insulation, sun protection and wind protection of the main shell, but also sound insulation.

This Diploma Thesis, consisting of two sections, will examine the effectiveness of the technique above, mainly in relation to its contribution to reducing the energy footprint of the building where it is applied.

In the first part, chronological presentation and evolution of double shells will be presented, beside the explanation of their operation, the useful materials and the applicable legislative frameworks.

In the second part, will be presented both an evaluation of the contribution of the application of the method to energy savings, in addition to a study of the energy behaviour before and after the application of the double shell system in a residential building and in an office building, due to their different function and different requirements.



The possibility of hanging photovoltaic panels on the outer shell will also be examined and the energy behaviour will be re-checked, as well as the contribution to energy production.

The examination of the scenarios will be carried out with the special "ECO-engine" software of the "MODECSOFT" company (MODECSOFT 2022), which performs accurate calculations based on the Cypriot version of the "Simplified Building Energy Model Cyprus" SBEMcy calculation engine. "ECO-engine", is the Cypriot version of the Greek software TEE-KENAK, in which the necessary algorithms are applied to calculate the energy efficiency of Greek buildings, based on the methodology of European standards (ΕΛΟ EN ISO 13790, etc.) , as well as the relevant national standards and the corresponding Technical Instructions of the Technical Hellenic Chamber - T.O.T.E.E.

At the end, comments and general conclusions regarding the effectiveness of the application of double-shell systems will be presented and useful information and results will be extracted in the direction of a more targeted approach.

Keywords

- Energy saving,
- Double (dual) shell constructions,
- Natural ventilation,
- Chimney effect,
- Photovoltaic panels.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξασφάλιση τόπου διαμονής, αποτέλεσε κύριο μέλημα του ανθρώπου από την αρχαιότητα έως και σήμερα, με την αρχική της μορφή να διαμορφώνεται εντός των σπηλαίων.

Με το πέρασμα του χρόνου, διαμορφώθηκαν κατά τόπους τεχνικές, (παραδοσιακή αρχιτεκτονική), οι οποίες, πάντα με σεβασμό στο περιβάλλον και με τη χρήση τοπικών υλικών, συνήθως ανακυκλώσιμων – επαναχρησιμοποιούμενων, συντελούσαν στην κατασκευή του χώρου διαμονής.

Αργότερα και με τη συμβολή της τεχνολογικής εξέλιξης, κάποιες τεχνικές εγκαταλείφθηκαν και κάποιες εξελίχθηκαν, ενώ τον τελευταίο καιρό εμφανίστηκε μια τάση επαναπροσδιορισμού και εξέλιξης των παραδοσιακών τεχνικών και ενσωμάτωσης αυτών στις νέες βιοκλιματικές κατασκευές, οι οποίες λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύουν στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος) (Ενέργεια, 2005).

Έως τον 19^ο αι., και με την παραγωγή να χαρακτηρίζεται κυρίως ως αγροτική, τα προϊόντα του δευτερογενή τομέα παρασκευάζονται σε μικρά εργαστήρια ή σε οικοτεχνίες, οι οποίες αποτέλεσαν κλάδο του δευτερογενούς τομέα παραγωγής, που λειτουργούσε στα πλαίσια της κατοικίας μιας οικογένειας, χρησιμοποιώντας την εργατική δύναμη των μελών της (Πύλη για την Ελληνική Γλώσσα, Επίσκεψη: 2022), ενώ περιορισμένες παραγωγικές μονάδες υπάρχουν διάσπαρτες, οι περισσότερες στη Μ. Βρετανία και ελάχιστες στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Η Βιομηχανική Επανάσταση, αποτελώντας ένα σύνθετο σύστημα μεταβολών και τεχνικών, οικονομικών, κοινωνικών και πολιτισμικών ανακατατάξεων, οδηγεί στην εκβιομηχάνιση της κοινωνίας και δίνει ώθηση για την μετακίνηση πληθυσμού από το ύπαιθρο προς τις πόλεις (Νημάς, Σχολινάκη-Χελιώτη, Κολιόπουλος, Σβολόπουλος, & Χατζηβασιλείου, 2021).

Με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, περιορίζεται η χειρωνακτική εργασία, τα εργοστάσια μετατρέπονται σε βασικό χώρο παραγωγής, προσφέροντας αρκετές νέες θέσεις εργασίας και προσελκύοντας τελικά μεγάλο αριθμό εργατών.



Αυτή η νέα κοινωνική τάξη, συγκεντρώνεται στα κέντρα των πόλεων.

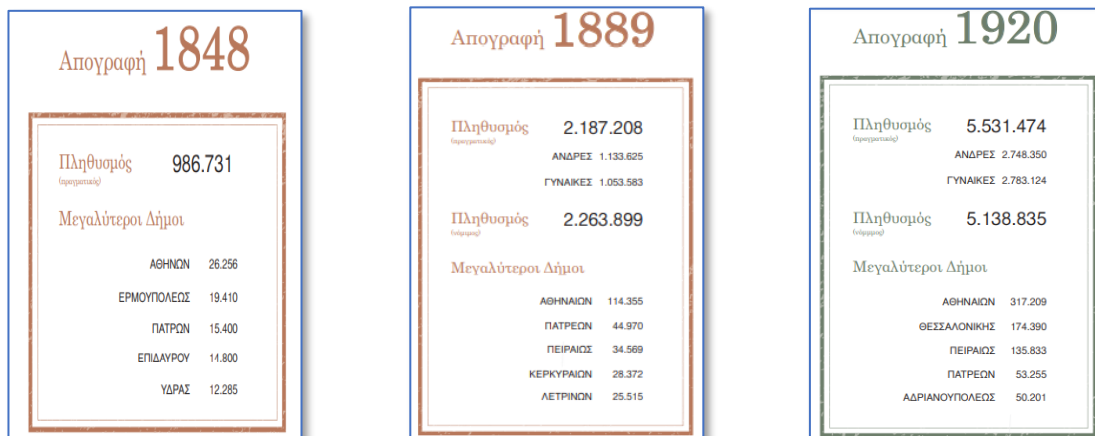
Η οικονομική ανάπτυξη που συνοδεύει την βιομηχανική εξέλιξη, συντελεί στην ολοένα και μεγαλύτερη αύξηση του πληθυσμού, με παράλληλη αύξηση και των απαιτούμενων αναγκών.

Η εξελικτική αυτή πορεία, συνεχίζεται έως τις μέρες μας, με κατάληξη, τις τελευταίες δεκαετίες, ο πλανήτης να βιώνει καταστάσεις με καταστροφικές κυρίως επιπτώσεις.

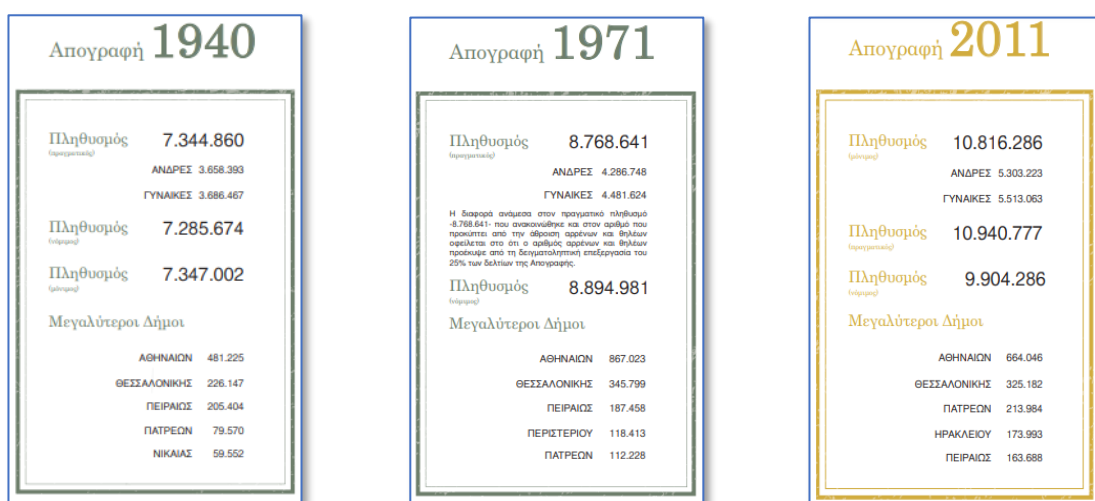
Ενεργειακή κρίση και κλιματική αλλαγή συνοδευόμενη από ακραία καιρικά φαινόμενα απειλούν την ποιότητα ζωής, αλλά και την ίδια την ανθρώπινη επιβίωση.

Οι φυσικοί πόροι, τα φυσικά αγαθά δηλαδή που είναι εύκολα προσβάσιμα και διαθέσιμα και τα οποία ο άνθρωπος έχει την ικανότητα να τα χρησιμοποιήσει για κάλυψη αναγκών του, εξαντλούνται, η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνεται επικίνδυνα και με γοργούς ρυθμούς, ως απόρροια της αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου, εξαιτίας της υπέρμετρης ανθρώπινης δραστηριότητας, απειλώντας τα φυσικά οικοσυστήματα και τις αστικές περιοχές, ανθρώπινος οικότοπος (Δημόπουλος, 2014).

Στην Ελλάδα, με τις απογραφές του 1848 (με πρώτη φορά αναφορά σε πληθυσμιακά στοιχεία που αφορούσαν σε δήμους) και των υπολοίπων που ακολούθησαν, (Εικόνες 1 - 6), γίνεται αντιληπτό το ζήτημα της διόγκωσης των πόλεων, ειδικά της πρωτεύουσας, της οποίας ο πληθυσμός αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς (Χριστοφοράκη, 2019).



Εικόνα 1. Απογραφή 1948 - Εικόνα 2. Απογραφή 04/1889 - Εικόνα 3. Απογραφή 12/1920



Εικόνα 4. Απογραφή 10/1940 - Εικόνα 5. Απογραφή 3/1971 - Εικόνα 6. Απογραφή 5/2011

Ως λύση στο οξύ στεγαστικό ζήτημα, ξεκίνησε να εφαρμόζεται μια νέα μέθοδος δόμησης, η αντιπαροχή οικοπέδων, ελληνικό κατά βάση φαινόμενο, κατά το οποίο εργολάβοι κατασκευής κτιρίων, αναλαμβάνουν την κατασκευή πολυκατοικιών, με αντάλλαγμα την απόδοση ποσοστού επί της κατασκευής στους οικοπεδούχους (Κουταλιανός, 2013).

Η Αθήνα επεκτάθηκε χωρίς σχέδιο και με εντελώς αυθαίρετη δόμηση. Το ιστορικό κέντρο καταπατήθηκε, ενώ οι περιφερειακές συνοικίες κατακλύστηκαν από πολυώροφα και χωρίς χαρακτήρα κτίρια, με χαμηλό κόστος κατασκευής και με μηδαμινή σημασία σε ενεργειακή συμπεριφορά (Σουλιώτης, Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019).

Ομοίως, ακολούθησαν και οι υπόλοιπες μεγάλες ελληνικές πόλεις.



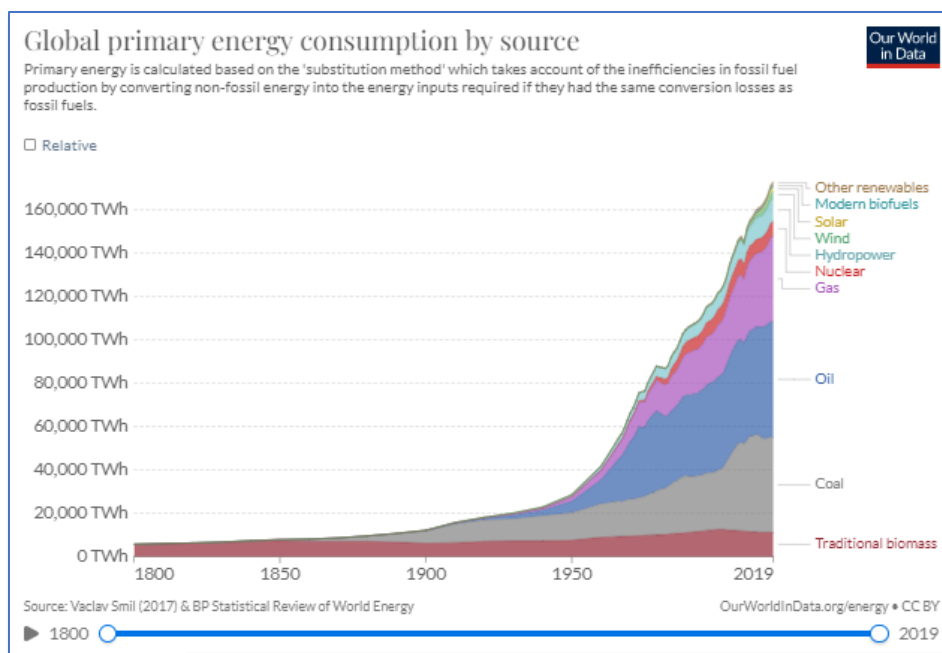
Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης (Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, 1979), αποτελώντας ένα σημαντικό εργαλείο για την εποχή του, τίθεται σε εφαρμογή το 1980. Εφαρμοζόταν αποκλειστικά στα νέα κτίρια, δίνοντας σημασία μόνο στη θερμομόνωση τους για την μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο, ενώ δεν υπήρχε καμία πρόνοια για την ενεργειακή κατανάλωση κατά τη θερινή περίοδο, μιας και τα κλιματιστικά την περίοδο εκείνη δεν αποτελούσαν κυρίαρχη επιλογή. Όλα όμως τα κτίρια, που κατασκευάστηκαν πριν το 1980, και αποτελούν το σημαντικό ποσοστό του 82% του συνόλου των κτιρίων στην Ελλάδα, δεν έχουν μόνωση (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, 2000).

Στην Κύπρο, η κατάσταση δεν είναι και πολύ διαφορετική. Με σχετικά καινούργιο κτιριακό απόθεμα, τα περισσότερα κτίρια κατασκευάστηκαν κατά την περίοδο 1980 – 2000, (το 40% των κατοικιών στην Κύπρο έχει ανεγερθεί πριν το 1981 και το 54% μεταξύ 1981 και 2006) (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020). Στην πλειοψηφία τους είναι χαμηλής ενεργειακής απόδοσης, μιας και κατά τον χρόνο οικοδόμησής τους απουσίαζε οποιαδήποτε μορφή μέτρων σχετικών με ενεργειακή απόδοση (Πέτρακκας, Αχιλλέως, Κύπρου, Καρρά, & Ιωάννου, 2021).

2. Η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

2.1. Στατιστικά στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας σε Ευρωπαϊκή ένωση, Ελλάδα και Κύπρο / Συμπεράσματα / Νομοθετικό πλαίσιο

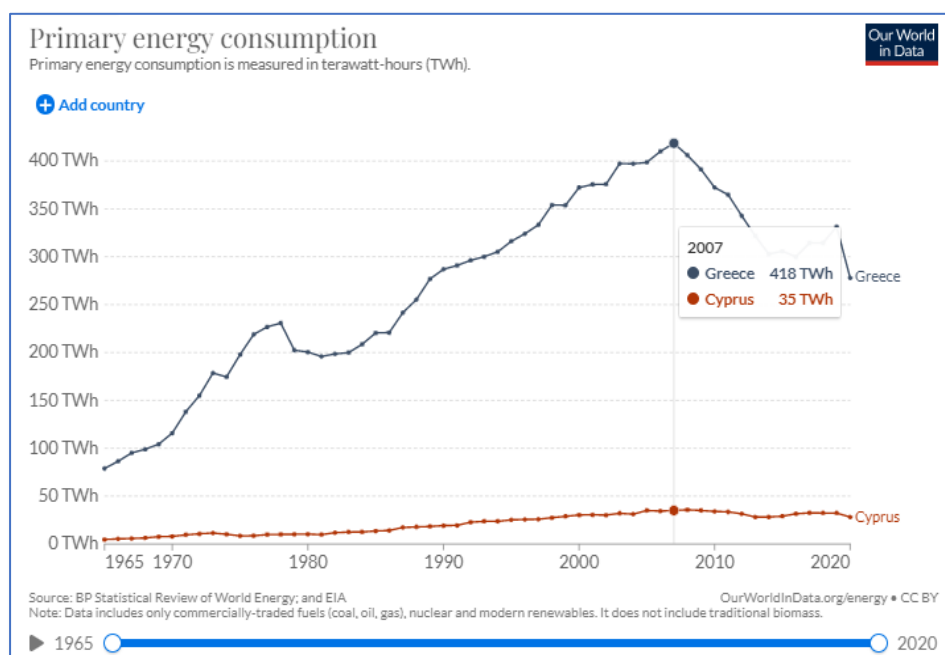
Τα τελευταία πενήντα χρόνια παρατηρείται αξιοσημείωτη διαφοροποίηση των ανθρώπινων καταναλωτικών συνηθειών σε παγκόσμιο επίπεδο, με αντίκτυπο και στην κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 7. (Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά πηγή σε παγκόσμιο επίπεδο μεταξύ των ετών 1800-2019 (ourworldindata, Επίσκεψη: 2022)

Σύμφωνα με τα πιο πάνω στατιστικά στοιχεία, (Εικόνα 7), το έτος 2019, καταναλώθηκαν 160.000TWh ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, με τα μεγαλύτερα ποσοστά να παράγονται από την χρήση ορυκτών πόρων και πετρελαίου.

Στα αντίστοιχα στατιστικά στοιχεία που αφορούν την Ελλάδα, παρατηρείται μια συνεχόμενη αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, με δυο σημαντικές καμπές τα έτη 1978 και 2007, με το μέγιστο να αντιστοιχεί σε 418TWh, το έτος 2007, ενώ η Κύπρος παρουσιάζει γενικά σταθερότητα, με το μέγιστο σημείο το έτος 2007 στα 35TWh, (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. (Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε Ελλάδα και Κύπρο μεταξύ των ετών 1965-2020 (ourworldindata, Επίσκεψη: 2022)

Παράγοντες όπως η αύξηση του μηνιαίου εισοδήματος, η παγκοσμιοποίηση του εμπορίου και της οικονομίας, οι τεχνολογικές καινοτομίες κ.α. αποτέλεσαν σημαντικές αφορμές για την απόκτηση νέων συνηθειών όπως η διεύρυνση των μεταφορών, των οχημάτων, του τουρισμού με τελικό αποτέλεσμα την υπερκατανάλωση αγαθών και φυσικών πόρων, την δημιουργία απορριμμάτων και αποβλήτων, την παραγωγή καυσαερίων κλπ. (Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος, 2016)

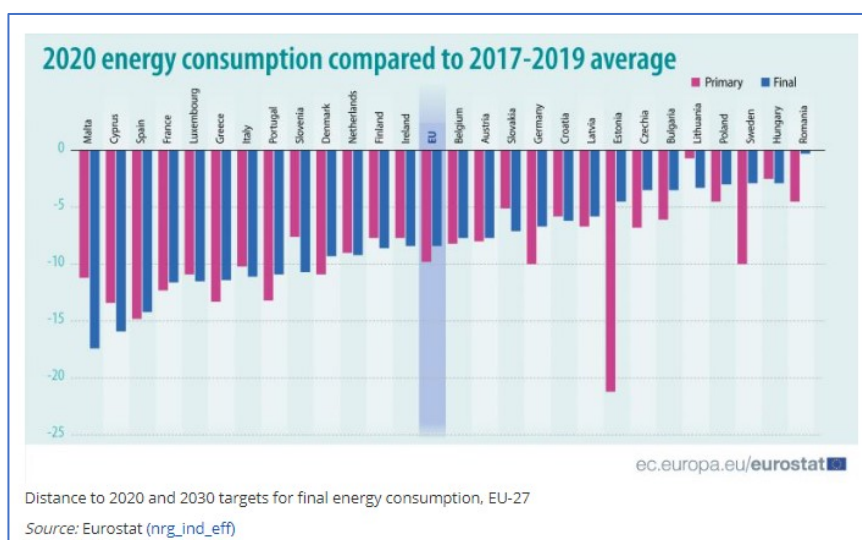
Οι επιπτώσεις των δράσεων αυτών απέκτησαν υπερτοπικό χαρακτήρα επηρεάζοντας περιοχές αρκετά απομακρυσμένες από το αρχικό σημείο.

Η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρέασε σταδιακά το κλίμα, προσθέτοντας αέρια του θερμοκηπίου προερχόμενα κυρίως από την καύση υδρογονανθράκων, καθώς και από άλλες δραστηριότητες, όπως αποψίλωση δασών, γεωργία, κτηνοτροφία, παραγωγή και χρήση χημικών ουσιών. Έτσι, η σταδιακή επιβάρυνση του περιβάλλοντος και τελικά η κλιματική αλλαγή, αποτέλεσαν την αναμενόμενη δυσμενή έκβαση αυτής της ανεξέλεγκτης κατάστασης.

Από την εποχή της Βιομηχανικής Επανάστασης και έως σήμερα, η μέση παγκόσμια θερμοκρασία αυξάνεται συνεχώς και σε σημαντικό βαθμό, με την τελευταία δεκαετία να αποτελεί μια από τις θερμότερες. Από το 2000 και μετά έχουν καταγραφεί οι είκοσι θερμότερες χρονιές στην ιστορία (Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο, 2018).

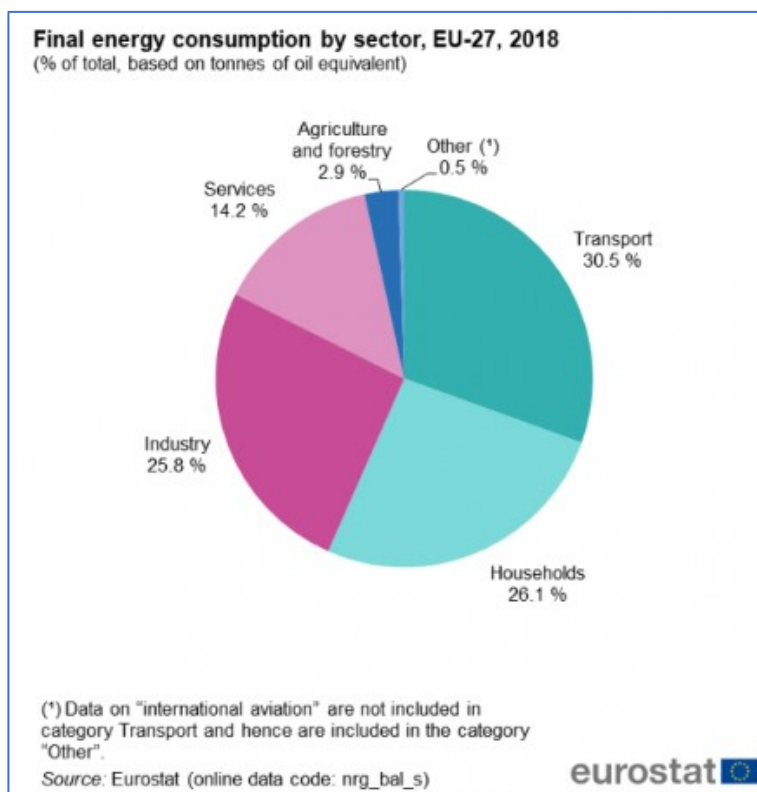
Αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας στην Ευρώπη και σύμφωνα με έρευνες της EUROSTAT, για το έτος 2020, θα πρέπει να γίνουν προσαρμογές, μετά την έξοδο της Μ. Βρετανίας, για 27 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ΕΕ27, (EUROSTAT, 2022). Εκτιμάται όμως ότι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας δεν είναι μεγαλύτερη από 1.312 Mtoe το 2020, με στόχο 1.128 Mtoe το 2030², (Εικόνες 9 - 10).

Φαίνεται όμως ότι εμφανίζει μείωση σε σχέση με τον μέσο όρο των καταναλώσεων για την χρονική περίοδο 2017-2019, τόσο στην κατανάλωση πρωτογενούς όσο και στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, (Εικόνα 9), με την κατανομή στους διάφορους τομείς να περιγράφονται στην Εικόνα 10, με τα αντίστοιχα ποσοστά για το έτος 2018.



Εικόνα 9. Σύγκριση κατανάλωσης ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο για το έτος 2020, σε σχέση με τον Μ.Ο. της κατανάλωσης για τα έτη 2017-2019 (Energy efficiency statistics, Επίσκεψη: 2022)

² Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) είχε δεσμευτεί για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 20 % έως το έτος 2020. Με άλλα λόγια, η ΕΕ-28 έχει δεσμευτεί να έχει πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας όχι μεγαλύτερη από 1.483 Mtoe και τελική κατανάλωση ενέργειας όχι μεγαλύτερη από 1.086 Mtoe το 2020. Για το 2030 ο δεσμευτικός στόχος είναι τουλάχιστον μείωση 32,5%. Αυτό μεταφράζεται σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που δεν υπερβαίνει τα 1.273 Mtoe και σε τελική κατανάλωση ενέργειας όχι μεγαλύτερη από 956 Mtoe το 2030.

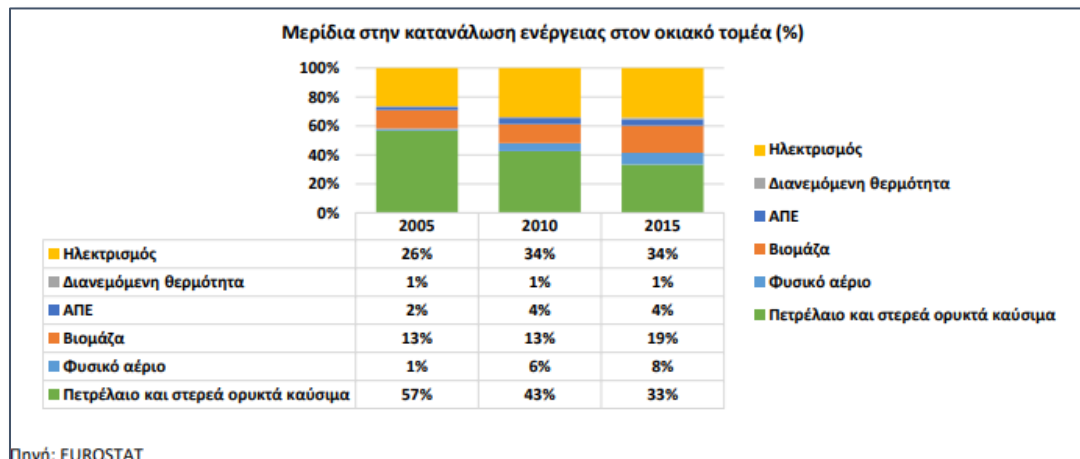


Εικόνα 10. Κατανομή της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τομείς, έτος 2018, ΕΕ27 (EUROSTAT, Επίσκεψη: 2022)

Στον Ελλαδικό χώρο, η Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία – ΕΛΣΤΑΤ, για το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 2011 – Σεπτεμβρίου 2012, διενήργησε για πρώτη φορά, Έρευνα Κατανάλωσης Ενέργειας στα Νοικοκυριά, με την οποία συλλέχθηκαν πληροφορίες αναφορικά με την κατανάλωση ενέργειας και τα επίπεδα κατανάλωσης για διαφορετικές χρήσεις (θέρμανση – ψύξη χώρων, ζεστό νερό χρήσης, μαγείρεμα, φωτισμός κ.α.) στον οικιακό τομέα, καθώς και τις ποσότητες και τα είδη των χρησιμοποιούμενων καυσίμων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, σε κάθε νοικοκυριό καταναλώθηκε ποσό ενέργειας 14.000 MWh (για την ακρίβεια 13.994 MWh) ετησίως, για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του (Ελληνική Στατιστική Αρχή, 2013).

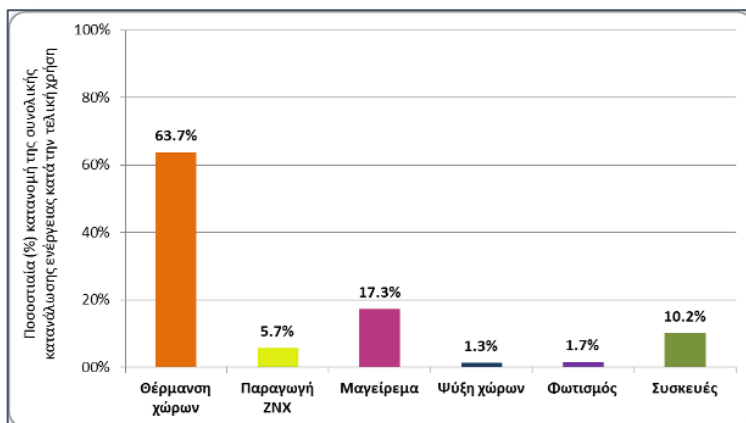
Την περίοδο 2008 – 2015, η τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα φαίνεται ότι περιορίστηκε σε όλους τους τομείς, (βιομηχανικό, οικιακό και τριτογενή τομέα), λόγω της οικονομικής ύφεσης των προηγούμενων ετών, που επηρέασε σε μεγάλο βαθμό και την ενεργειακή κατανάλωση των νοικοκυριών, αφού συνδυάστηκε με

παράλληλη αύξηση των τιμών καυσίμων (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050, 2015).

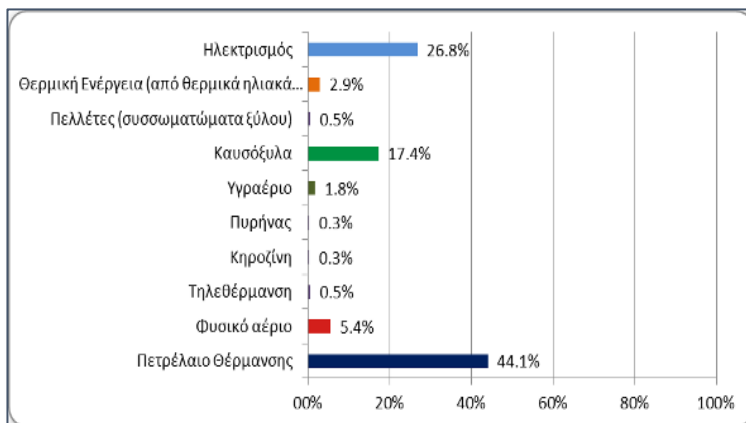


Διάγραμμα 1, Μερίδια στην κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα στην Ελλάδα, σύγκριση ετών 2005, 2010 & 2015 (Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050, 2015)

Εντυπωσιακό είναι ότι το ποσοστό της ενέργειας αυτής που αφορά στη θέρμανση των νοικοκυριών φτάνει στο 63,7% και στο μαγείρεμα στο 17,3%, (Εικόνα 11), ενώ αναφορικά με το είδος καυσίμου για θέρμανση, η χρήση πετρελαίου θέρμανσης φτάνει το 44,1% στο σύνολο των ετήσιων ενεργειακών αναγκών, και στο 26,8% με ηλεκτρισμό, αντίστοιχα (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ενεργειακή Κατανάλωση κτιρίων, 2013), (Εικόνα 12).



Εικόνα 11. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα κατά τη χρήση, έτος 2013 (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013).



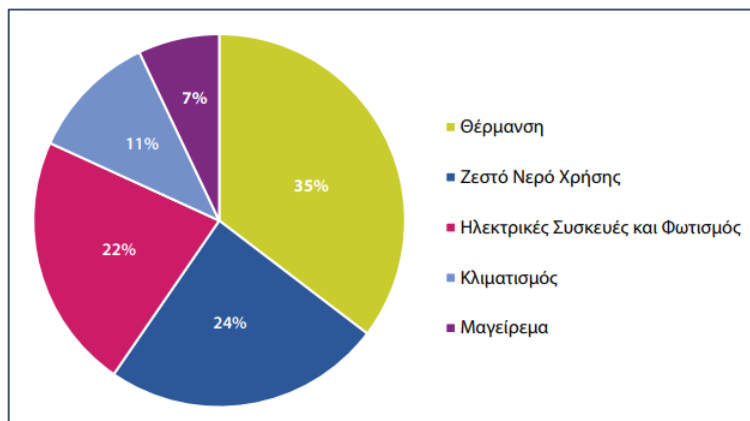
Εικόνα 12. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, κατά τύπο χρησιμοποιούμενου καυσίμου, έτος 2013 (Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2013).

Στην Κύπρο και σύμφωνα με έρευνες τις Κυπριακής Στατιστικής Υπηρεσίας για τα έτη 2017 - 2018, η ενέργεια που καταναλώνεται στα νοικοκυριά κατανέμεται ως εξής:

1. Στη θέρμανση αντιστοιχεί το 35%,
2. Στον κλιματισμό το 24% και
3. Στη χρήση ηλεκτρικών ειδών και φωτισμού το 22% (Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου, Για Νοικοκυριά, 2020)

Για την περίπτωση της Κύπρου θα πρέπει να τονιστεί ότι λόγω μεγάλης και έντονης ηλιοφάνειας, πρώτον η χρήση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης - ΖΝΧ είναι συνήθης πρακτική, ενώ για την κάλυψη των αναγκών δροσισμού κατά τους θερινούς μήνες γίνεται η χρήση κλιματιστικών, (Εικόνα 13).

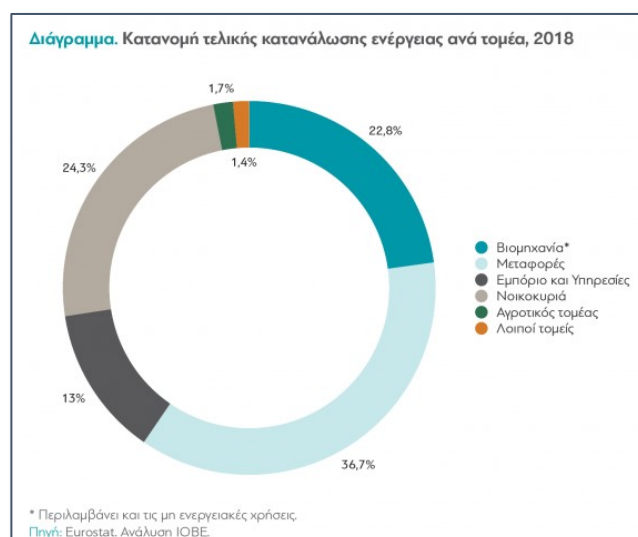
Δεν θα πρέπει επίσης να παραληφθεί το γεγονός ότι τελευταία όλο και αυξάνει η χρήση κλιματιστικών και για τη θέρμανση κατά τη σχετικά περιορισμένη χειμερινή περίοδο.



Εικόνα 13. Ποσοστιαία (%) κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Κύπρο κατά τη χρήση, για τα έτη 2017-2018 (Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου, Για Νοικοκυριά, 2020)

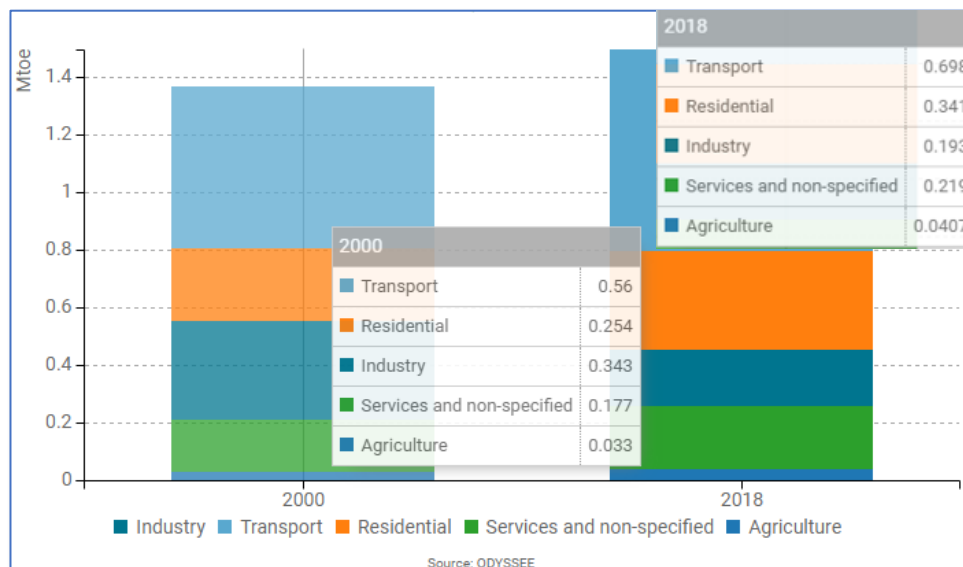
2.2. Κτιριακός τομέας ανά λειτουργία κτιρίου

Σύμφωνα με στοιχεία της EUROSTAT, για την Ελλάδα και το έτος 2018, το μεγαλύτερο ποσοστό της κατανομής της ενέργειας ανήκει στους τομείς των μεταφορών, (36,7%), της βιομηχανίας, (22,8%) και ένα σημαντικό ποσοστό, (23,3%) στα νοικοκυριά-κατοικίες, (Εικόνα 14).



Εικόνα 14. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα, έτος 2018 (Μανιάτης, Παρατσιώκας, Βαλάσκας, Βέττας, & Danchev, 2021)

Αντίστοιχα είναι τα ποσοστά για την κατανάλωση στην Κύπρο και για τα έτη 2018 και 2020, παρουσιάζονται στην Εικόνα 15.



Εικόνα 15. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα στην Κύπρο, έτη 2018 & 2020 (Horizon, 2021)

Ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό αλλά και σε ευρωπαϊκό επίπεδο, αμέσως μετά τον τομέα των μεταφορών.

Η κατανάλωση αυτή αφορά είτε σε θερμική ενέργεια, παραγόμενη ως επί των πλείστων από το πετρέλαιο, είτε σε ηλεκτρική.

Η επιβάρυνση σε κάθε περίπτωση έχει διπλό χαρακτήρα.

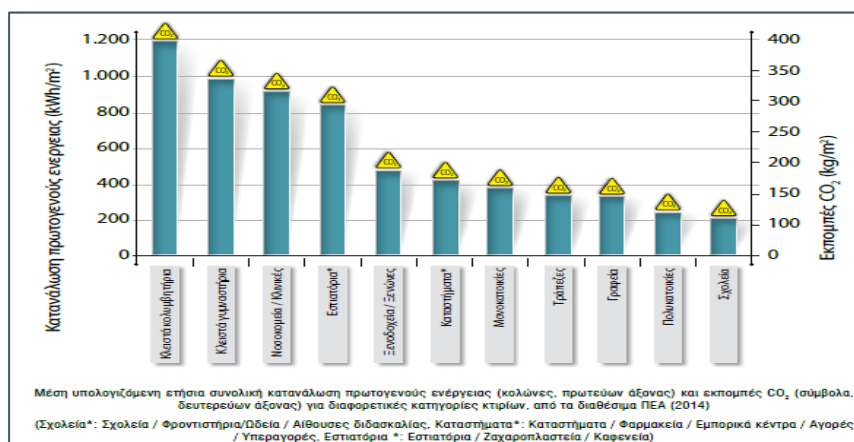
Οικονομική, λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής της ενέργειας, αλλά περιβαλλοντική λόγω των εκπομπών ρύπων και αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Σύμφωνα με τις τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος - ΤΟΤΕΕ, οι διάφοροι τύποι κτιρίων χωρίζονται σε κατηγορίες, ανάλογα με τη χρήση τους, (Εικόνα 16) και το ωράριο λειτουργία τους, ενώ έχουν διαφορετικά ποσοστά καταναλισκόμενης ενέργειας και παραγωγής εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, CO₂.

Η κατανάλωση είναι διαφορετική σε ένα σχολείο, (200kWh/m^2) και διαφορετική σε ένα κλειστό κολυμβητήριο, (1.200kWh/m^2) ή ένα κτίριο γραφείων, (350kWh/m^2), όπως είναι και διαφορετική σε ένα ξενοδοχείο, (500kWh/m^2) και σε ένα κτίριο μονοκατοικίας, (400kWh/m^2) ή σε ένα κτίριο πολυκατοικίας, (210kWh/m^2), σύμφωνα με τα ποσοστά που προέκυψαν από το σύνολο των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, ΠΕΑ, τα οποία εκδόθηκαν για το έτος 2014 (Γάκης & Ψωμάς, 2015), (Εικόνα 17).

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοιτώνας.
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κουρείο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.

Εικόνα 16. Κατηγορίες κτηρίων ανάλογα με τη χρήση τους. Η κατηγοριοποίηση γίνεται σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος ΤΕΕ (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, 20701-1/2017, ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., 2017)



Εικόνα 17. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά δραστηριότητα κτιρίου (Γάκης & Ψωμάς, 2015)

2.3. Νομοθετικά πλαίσια για μετριασμό της κλιματικής αλλαγής - Ευρωπαϊκό σύμφωνο και στόχοι

2.3.1. Ευρωπαϊκή πολιτική για το περιβάλλον

Η Διεθνής κοινότητα παρακολουθώντας το θέμα της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και ευαισθητοποιημένη με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, λαμβάνει σχετικά μέτρα.

Το 1992, κατά τη διάρκεια της Συνόδου Κορυφής, συμφωνήθηκε η Σύμβαση του Ρίο, (European Union Law, Σύμβαση για τη βιολογική ποικιλομορφία, (Σύμβαση του Ρίο), 1992), η οποία είχε σαν στόχο τον μετριασμό και τη σταθεροποίηση της συγκέντρωσης των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, με σκοπό την πρόληψη των επικίνδυνων επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο κλίμα.

Εκ μέρους της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, μεσολαβούν και ακολουθούν ενέργειες, με στόχο τη σταδιακή εδραίωση περιβαλλοντικής πολιτικής και νομοθεσίας, αναγνωρίζοντας το μέγεθος των επιπτώσεων της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον:

1. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο των Παρισίων, του 1972, όπου αρχηγοί κρατών ή κυβερνήσεων δηλώνουν την ανάγκη για πλαισίωση της οικονομική επέκταση από κοινοτική περιβαλλοντική πολιτική και ζητούν πρόγραμμα δράσης.
2. Η Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη του 1987 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (ΕΕΠ), 1986), στην οποία εισάγεται για πρώτη φορά η νομική βάση για κοινή περιβαλλοντική πολιτική με βλέψη τη διαφύλαξη της ποιότητας του περιβάλλοντος, την προστασία της ανθρώπινης υγείας και τη διασφάλιση της ορθολογικής χρήσης των φυσικών πόρων.
3. Η Συνθήκη του Μάαστριχτ, 1993 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΣΕΕ)/Συνθήκη του Μάαστριχτ, 1992), που καθιερώνει το περιβάλλον ως επίσημο πεδίο πολιτικής της ΕΕ.
4. Η Συνθήκη του Άμστερνταμ, 1999 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Συνθήκη του Άμστερνταμ, 1999), που καθιερώνει την υποχρέωση ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής προστασίας σε όλες τις τομεακές πολιτικές της ΕΕ.



5. Η Συνθήκη της Λισαβόνας, 2009 (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Το Κοινοβούλιο μετά τη συνθήκη της Λισαβόνας: Ενισχυμένος ρόλος στη διαμόρφωση της Ευρώπης, 2009), που θέτει ως στόχο την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.
6. Το 2001, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο εγκρίνουν τα ελάχιστα πρότυπα για τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο, 2001).
7. Τον Μάιο του 2016, θεσπίζεται η επισκόπηση της εφαρμογής της περιβαλλοντικής πολιτικής, ως ένα νέο εργαλείο με σκοπό στην επίτευξη της πλήρους εφαρμογής της περιβαλλοντικής νομοθεσίας της ΕΕ.
8. Το Δεκέμβριο του 2019, η Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2019), παρουσιάζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Πρόκειται για μια στρατηγική με βασική επιδίωξη την αποδοτική χρήση των πόρων, ώστε μέχρι το 2050 να έχουν μηδενιστεί οι καθαρές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου.
9. Τον Οκτώβριο 2021 εγκρίνεται η τροποποίηση του κανονισμού Άαρχους (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Η επικαιροποίηση της νομοθεσίας σχετικά με την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα (κανονισμός Aarhus) προσυπογράφεται από τους πρέσβεις στην ΕΕ, 2021), για διεύρυνση της πρόσβασης του κοινού σε πληροφορίες, της συμμετοχής του κοινού στη λήψη αποφάσεων και της πρόσβασης στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα.

Η προφύλαξη, η πρόληψη και η επανόρθωση των καταστροφών του περιβάλλοντος αποτελούν πλέον βασικές αρχές της Ευρωπαϊκής περιβαλλοντικής πολιτικής, μαζί με την αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Περιβαλλοντική πολιτική: γενικές αρχές και βασικό πλαίσιο, 2021)

2.3.2. Κυπριακή πολιτική για το περιβάλλον

Η Κυπριακή Δημοκρατία επικυρώνει τη Σύμβαση του Ρίο το 1997 (Τμήμα Περιβάλλοντος Κύπρου, Επίσκεψη: 2022).



Το 2012, στη Σύνοδο που πραγματοποιήθηκε για το περιβάλλον στην πρωτεύουσα Ντόχα του Κατάρ, η Διεθνής Κοινότητα πραγματοποιεί συμφωνία για τη δεύτερη δεσμευτική περίοδο που αφορά στη χρονική περίοδο από το 2013 έως το 2020.

Την ίδια χρονιά, επικυρώνεται από τη Διεθνή Κοινότητα το Πρωτόκολλο του Κιότο, (European Union Law, Πρωτόκολλο του Κυότο για τις κλιματικές μεταβολές, 1997), κατά το οποίο ορίζονται νομικές δεσμευτικές οριακές τιμές στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου για την χρονική περίοδο 2008 έως 2012.

Η Κυπριακή Δημοκρατία επικυρώνει το Πρωτόκολλο του Κιότο, χωρίς υποχρεώσεις για μείωση ή περιορισμό των εκπομπών.

Με βάση τις δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για μείωση των εκπομπών κατά 20% ως το 2020, σε σχέση με τις αντίστοιχες του 1990, η Κύπρος θέτει ως εθνικό στόχο τη μείωση των εκπομπών έως 21% μέχρι το 2020, σε σχέση με τις αντίστοιχες του 2005, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τσιμέντου και κεραμικών και 5% στους υπόλοιπους τομείς, όπως μεταφορές, γεωργία απόβλητα κλπ.

Τον Οκτώβρη του 2014 και για τη χρονική περίοδο ως το 2030, οι ηγέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης συμφωνούν για μείωση των εκπομπών κατά 40% σε σύγκριση με τις αντίστοιχες του 1990.

Η αντιστοίχιση για την Κύπρο σημαίνει μείωση κατά 42% σε σχέση με τις αντίστοιχες του 2005, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τσιμέντου και κεραμικών και κατά 22% στους υπόλοιπους τομείς.

2.3.3.Στόχοι στον κτιριακό τομέα σε Ελλάδα και Κύπρο

Οι ώρες που καταναλώνουν οι άνθρωποι εντός των κτιρίων, των κατασκευών δηλαδή με τοίχους, για τις οποίες χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των κλιματικών συνθηκών εσωτερικού χώρου, είναι πολλές, ενώ για να επιτευχθούν οι απαραίτητες συνθήκες άνεσης και υγιεινής καταναλώνεται αρκετό ποσό ενέργειας. Η εξασφάλιση της άνεσης καθορίζεται από πλήθος καταστάσεων που πρέπει να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα. Ως παράγοντες εξετάζονται οι συνθήκες ψύξης-θέρμανσης, επάρκεια αερισμού και φωτισμού, επίπεδα υγρασίας, εξωτερικών ενοχλήσεων όπως ο θόρυβος κλπ. (Τσίγκας, 1994). Η υγιεινή εξαρτάται από την ύπαρξη παραγόντων που μπορούν να βλάψουν την υγεία στο εσωτερικό ενός



κτιρίου, όπως η εσωτερική αέρια ρύπανση, η αυξημένη υγρασία, ο κακός φωτισμός κλπ.

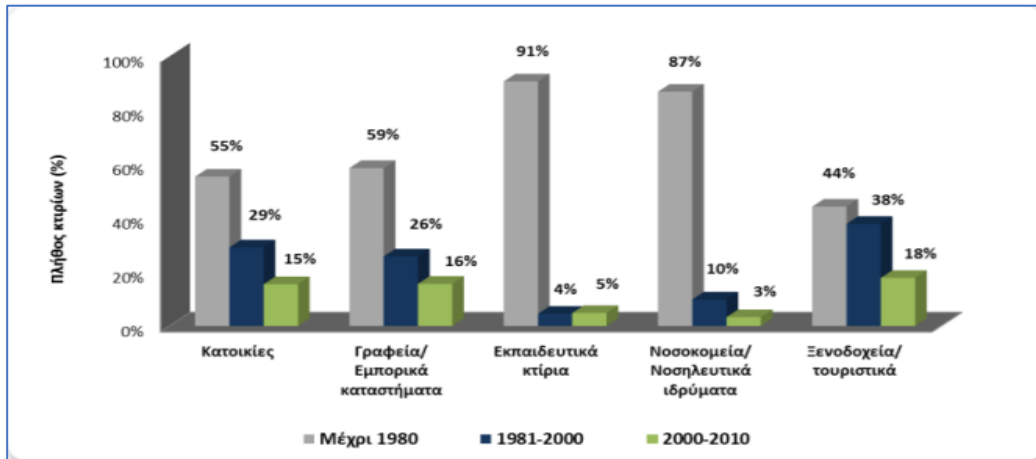
Με κτιριακό απόθεμα, κατά την απογραφή του 2011, 4.925.895 κτίρια στην Ελλάδα, (Εικόνες 18, 19) και 431.059 κτίρια κατοικιών και περισσότερα από 30.000 μη οικιστικά κτίρια στην Κύπρο (Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου, Κτιριακό απόθεμα Κύπρου, 2011), (Εικόνες 20 - 23), και με μεγάλο ποσοστό να θεωρείται ακατάλληλο και απροετοίμαστο να αντιμετωπίσει τις κλιματικές αλλαγές, με ανεπαρκή ή και χωρίς καθόλου θερμομόνωση, με κουφώματα παλαιού τύπου, ο κτιριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας.

Χρήση κτιρίου	Πλήθος κατοικιών & κτιρίων τριτογενούς τομέα
Κατοικίες	4,122,088
Ξενοδοχεία	8,309
Σχολεία/ εκπαιδευτικά	15,576
Γραφεία/ καταστήματα	152,550
Νοσοκομεία/ κλινικές	1,742
Άλλο	626,630
Σύνολο	4,925,895

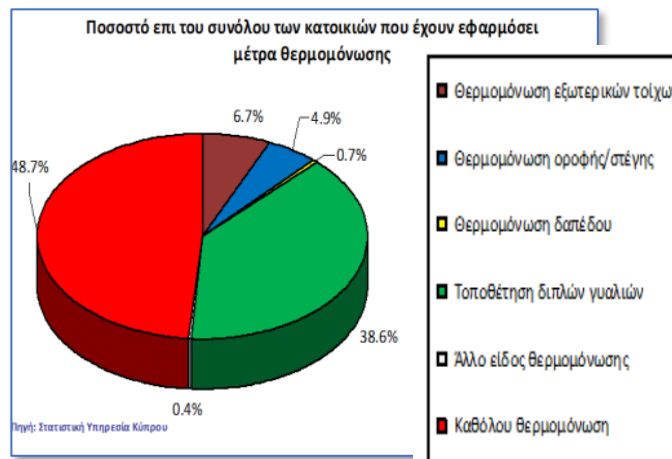
Εικόνα 18. Πλήθος κτιρίων στην Ελλάδα, ανά χρήση, έτος απογραφής 2011.

ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΠΟΙΟ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΚΑΤΟΙΚΗΣΗΣ					
	Σύνολο	Κατοικημένη ως συνήθης τόπος διαμονής	Κενή κατοικία	Χρησιμοποιείται ως εξοχική/δεύτερη κατοικία	Χρησιμοποιείται ως τουριστικό διαμέρισμα/ κατοικία	Για κατεδάφιση/ Άλλη χρήση
Σύνολο	431.059	297.122	54.651	71.942	6.146	1.198
Μονοκατοικία	172.944	129.268	12.949	28.090	1.959	678
Διπλοκατοικία	59.050	48.743	4.597	5.344	247	119
Σπίτια σε συνεχή δόμηση	32.893	18.004	4.883	8.922	859	225
Βοηθητικό σπίτι	8.993	6.457	1.809	679	2	46
Πολυκατοικία	123.557	72.072	24.254	24.729	2.418	84
Κατοικία σε κτίριο μεικτής χρήσεως	32.530	22.215	6.066	3.589	618	42
Κτίριο άλλου τύπου	1.092	363	93	589	43	4

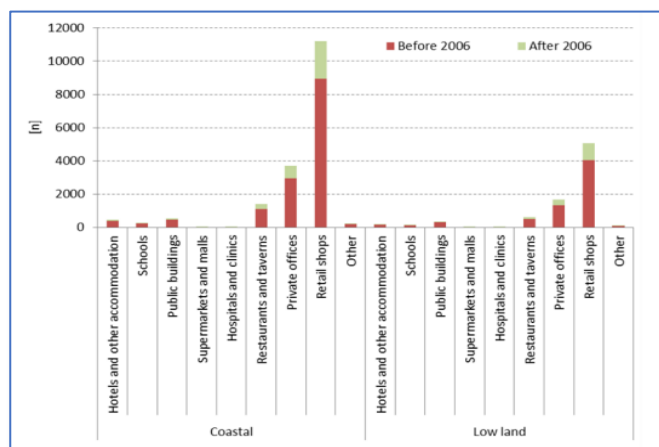
Εικόνα 19. Κατανομή κτιρίων στην Ελλάδα, με βάση την περίοδο κατασκευής, έτος απογραφής 2011



Εικόνα 20. Κτίρια κατοικιών στην Κύπρο, ανά τύπο και καθεστώς κατοίκησης (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)



Εικόνα 21. Ποσοστό επί του συνόλου των κατοικιών στην Κύπρο με εφαρμογή των μέτρων θερμομόνωσης (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)



Εικόνα 22. Άλλα κτίρια εκτός κατοικιών στην Κύπρο (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)

	Συνολικό εμβαδό (τ.μ.)	Αριθμός καταλυμάτων	Μέσο εμβαδό (τ.μ.)
Ξενοδοχεία	2.094.134	766	2.734
Ιδιωτικά γραφεία	1.665.000	11.100	150
Δημόσια κτίρια	1.886.370	1.087	1.735
Χώροι λιανικής πώλησης (καταστήματα)	1.080.000	18.000	60
Νοσοκομεία και κλινικές	485.898	83	17.354
Υπεραγορές και πολυκαταστήματα	280.396	67	4.185
Εστιατόρια	179.360	2242	80
Αεροδρόμια	119.600	2	59.800
Γυμνάσια, Λύκεια και Τεχνικές Σχολές	613.546	144	4.261
Σχολεία πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	453.755	325	1.396
Παιδικοί σταθμοί	96.376	419	230

Εικόνα 23. Πλήθος των κτιρίων, εκτός κατοικίας στην Κύπρο, ανά τύπο, με διαχωρισμό στο έτος ανέγερσης πριν και μετά το 2006 (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2020)

Για την μετατροπή του χαρακτήρα των κτιρίων σε φιλικότερο προς το περιβάλλον, απαιτείται αναθεώρηση του σχεδιασμού των νέων, με βάση τις αρχές του περιβαλλοντικού σχεδιασμού και του τρόπου κατασκευής, αλλά και αποτελεσματική ανακαίνιση των υφιστάμενων, μιας και δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί ο κύκλος ζωής τους.

ΚΕΝΑΚ (Ελλάδα) – ΜΥΕΑΚ (Κύπρος)

Με σκοπό την εφαρμογή των νομοθεσιών και των οδηγιών που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση, τη συμμόρφωση των μελών και στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο & Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2002/91, 2002) «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», κάθε κράτος μέλος συνέταξε και υπέβαλε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή Εθνικό Σχέδιο για την Ενέργεια και το Κλίμα.

Η Ελλάδα, έπειτα από κοινή υπουργική απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομικών θέτει σε ισχύ τον Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), με τον οποίο καθορίζονται οι ελάχιστες



απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και των δομικών στοιχείων και διαμορφώνεται το Ενεργειακό Πιστοποιητικό.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου κρίνεται απαραίτητο για όλες τις υφιστάμενες κατασκευές που πρόκειται να πουληθούν ή να ενοικιαστούν, ενώ Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων πρέπει να ακολουθεί κάθε νέα κατασκευή προκειμένου να βγει άδεια οικοδόμησης, όπως και κάθε περίπτωση ανανέωσης άδειας.

Βασικά μελήματα του ΚΕΝΑΚ είναι πρώτον η προστασία του κελύφους του κτιρίου με τη μείωση των απωλειών του, με την ορθή εκμετάλλευση του προσανατολισμού του κτιρίου και της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας και δεύτερον ο μηχανολογικός εξοπλισμός του με μηχανήματα (καυστήρες, θερμοσίφωνες) μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας.

Αντιστοίχως για την Κύπρο εφαρμόζεται ο «Περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων Νόμος» (Βουλή των Αντιπροσώπων, 2006) ο οποίος με το Διάταγμα του 2007, καθόρισε τις Απαιτήσεις Ελάχιστης Ενεργειακής Απόδοσης.

Σύμφωνα με το Άρθρο 3 της Οδηγίας 2010/31/ΕΚ απαιτείται η θέσπιση μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. Για το σκοπό αυτό η Κύπρος ανέπτυξε τη Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - ΜΥΕΑΚ (Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας, 2015).

Αργότερα εκδίδονται τα διατάγματα Κανονιστική Διοικητική Πράξη - Κ.Δ.Π 121/2020 το οποίο τροποποίησε το Κ.Δ.Π 119/2016 και το Κ.Δ.Π 122/2020 το οποίο τροποποίησε το Κ.Δ.Π 366/2014 (Πέτρακκας, Αχιλλέως, Κύπρου, Καρρά, & Ιωάννου, 2021), με πιο αυστηρούς όρους.

Με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης νέων και υφιστάμενων κτιρίων και λαμβάνοντας υπόψη τις κλιματολογικές συνθήκες, τις συνθήκες άνεσης των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, καθώς και τη σχέση κόστους-οφέλους στο κύκλο ζωής του κτιρίου, έχουν θεσπιστεί μια σειρά από μέτρα, με τα κυριότερα να είναι τα εξής:

1. Ο καθορισμός απαιτήσεων ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια ή κτίρια υπό ανακαίνιση,



2. Έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για όσα ενοικιάζονται ή πωλούνται.
3. Η προώθηση των Κτιρίων με Σχεδόν Μηδενική Κατανάλωση Ενέργειας.
4. Οι τακτικές επιθεωρήσεις των συστημάτων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού.
5. Στρατηγική για ανακαίνιση του κτιριακού αποθέματος.

2.4. Προτάσεις για ενεργειακή αναβάθμιση κτιριακού αποθέματος

Προγράμματα «Εξοικονομώ» στην Ελλάδα - «Σχέδιο Χορηγιών Εξοικονομώ και Αναβαθμίζω» στην Κύπρο - Εφαρμογές μεθόδων αναβάθμισης κτιριακού αποθέματος – ανακαινίσεις, με στόχο την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα με άρθρο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφορικά με ενεργειακή απόδοση, τα κράτη μέλη κλήθηκαν να θεσπίσουν μακροπρόθεσμη στρατηγική για την ανακαίνιση του εθνικού κτιριακού αποθέματος τους.

Στην Ελλάδα, προγράμματα παροχής κινήτρων για την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων, χρηματοδοτούμενα από το Εθνικό Ταμείο Επιχειρηματικότητας και Ανάπτυξης, όπως το «Εξοικονομώ κατ’ οίκον», πραγματοποιούνται με σκοπό τη βελτίωση και μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος αυτών.

Με το «Εξοικονόμηση κατ’ οίκον I & II», νοικοκυριά με ετήσιο οικογενειακό εισόδημα μικρότερο των 20.000 ευρώ, έτυχαν επιδότησης έως και 70% για ενεργειακές αναβαθμίσεις των οικημάτων τους, (Πίνακας 1).

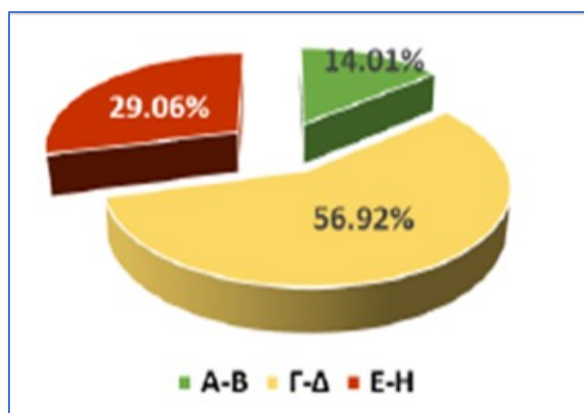
Συγκριτική παρουσίαση εισοδηματικών κατηγοριών και ποσοστού επιχορήγησης μεταξύ «Εξοικονομώ κατ' Οίκον» και «Εξοικονομώ κατ' Οίκον II»

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ I			
ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΑΤΟΜΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€)	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€)	ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗ
Κατηγορία Α	Έως 22.000	Έως 40.000	30% & άτοκο δάνειο για το 70%
Κατηγορία Β	22.000-40.000	40.000-60.000	15% & χαμηλότοκο δάνειο για το 85%
Κατηγορία Γ	40.000-60.000	60.000-75.000	Χαμηλότοκο δάνειο για το 100%
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ II			
ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΑΤΟΜΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€)	ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ (€)	ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΗ *
Κατηγορία 1	Έως 10.000	Έως 20.000	60% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 40%
Κατηγορία 2	10.000-15.000	20.000-25.000	50% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 50%
Κατηγορία 3	15.000-20.000	25.000-30.000	40% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 60%
Κατηγορία 4	20.000-25.000	30.000-35.000	35% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 65%
Κατηγορία 5	25.000-30.000	35.000-40.000	30% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 70%
Κατηγορία 6	30.000-35.000	40.000-45.000	25% & ίδια κεφάλαια ή άτοκο δάνειο για το 75%
Κατηγορία 7	Άνω των 35.000	Άνω των 45.000	Άτοκο δάνειο για το 100%

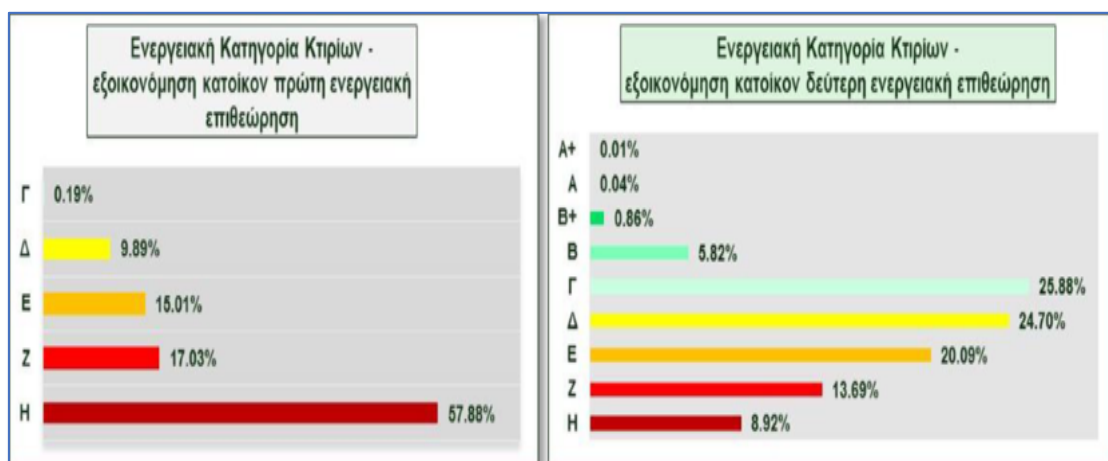
* Προσαύξηση 5% για κάθε εξαρτώμενο τέκνο έως και δύο τέκνα.

Πίνακας 1. (Εισοδηματικές κατηγορίες και ποσοστό επιχορήγησης μεταξύ των προγραμμάτων «Εξοικονομώ κατ' Οίκον I» & «Εξοικονομώ κατ' Οίκον II»

Με την εφαρμογή του πιο πάνω προγράμματος και για το έτος 2015, σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του Υπουργείου Ενέργειας, ΥΠΕΝ, μετά τις ενεργειακές επεμβάσεις και τη 2η ενεργειακή επιθεώρηση, το 57% των κατοικιών που εντάχθηκαν στο πρόγραμμα «εξοικονόμηση κατ' οίκον», μετέβη στην ενεργειακή κατηγορία Γ-Δ και το 14% αυτών στην ενεργειακή κατηγορία Α-Β, (Εικόνες 24 - 25).



Εικόνα 24. Ενεργειακή κατηγορία πριν και μετά τις ενεργειακές επεμβάσεις (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, 2016)



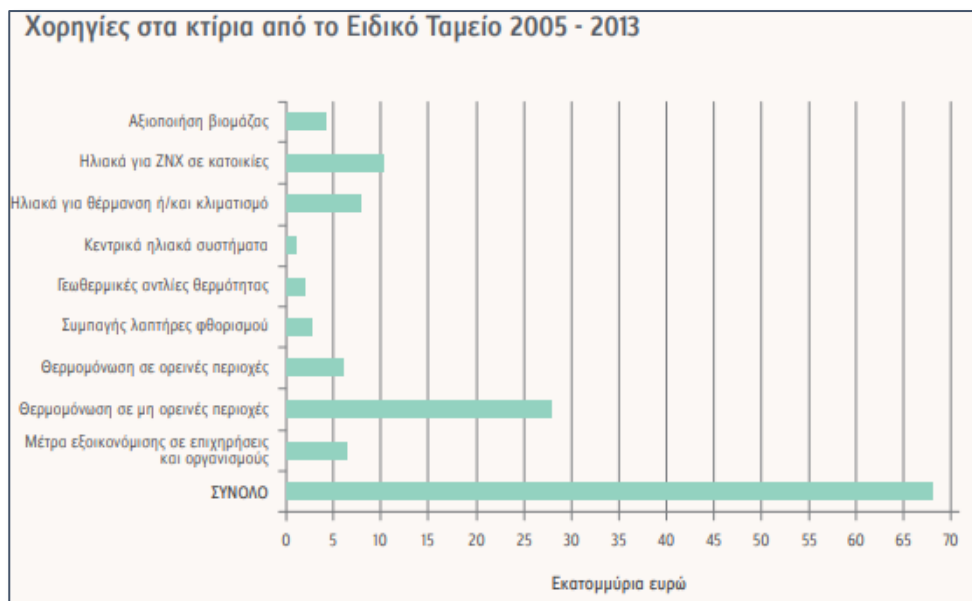
Εικόνα 25. Ποσοστό ΠΕΑ κτιρίων κατοικιών ανά κατηγορία μετά τη 2^η ενεργειακή επιθεώρηση (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, 2016)

Η αναβάθμιση αποσκοπεί στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων, με την εφαρμογή παθητικών συστημάτων, όπως η θερμομόνωση του κελύφους, η τοποθέτηση διπλών υαλοπινάκων, η αντικατάσταση των παλιών κουφωμάτων ή/και η χρήση πιο αποδοτικών και λιγότερο ενεργοβόρων συστημάτων και συσκευών.

Η μείωση της ζήτησης ενέργειας για θέρμανση και κλιματισμό, σημαίνει αυτόματα και εξοικονόμηση ενέργειας τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό ή εθνικό επίπεδο.

Στην Κύπρο, αντίστοιχα προγράμματα, όπως το «Σχέδιο Χορηγιών Εξοικονομώ και Αναβαθμίζω» και «Εξοικονομώ - Αναβαθμίζω στις Επιχειρήσεις», προσφέρουν κίνητρα για τον ίδιο σκοπό, αποσκοπώντας στην ενεργειακή αναβάθμιση μεγάλου ποσοστού κτηριακών εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - ΑΠΕ από αυτές, (Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας, 2021).

Τα Σχέδια Χορηγιών από το Ειδικό Ταμείο ΑΠΕ και ΕΞΕ έχουν τεθεί σε εφαρμογή από τον Φεβρουάριο του 2004, ενώ έχουν χορηγηθεί περίπου 67εκατ. ευρώ ως κίνητρο για την εφαρμογή μέτρων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εξοικονόμησης Ενέργειας σε κτίρια, (τοποθέτηση θερμομονώσεων, αντικατάσταση κουφωμάτων και λαμπτήρων, εγκατάσταση εξοπλισμού για ανάκτηση θερμότητας, αυτοματισμών και συστημάτων ΑΠΕ για τον κλιματισμό και την θέρμανση, (Πίνακας 2).



Πίνακας 2. Χορηγίες σε κτίρια από το Ειδικό Ταμείο για τα έτη 2005 έως 2013 (Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών, 2017)

Αναθεώρηση μοντέλου πόλεων – Τροποποίηση του τρόπου κατασκευής νέων κτιρίων.

Με στόχο τον περιορισμό της ανθρώπινης δραστηριότητας στο περιβάλλον, τον μετριασμό της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και τις βλέψεις για Βιώσιμη Αστική Ανάπτυξη, ως απαραίτητο βήμα κρίνεται η αναθεώρηση του τρόπου και των υλικών κατασκευής των νέων κτιρίων.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα και η εφαρμογή των αρχών του περιβαλλοντικού σχεδιασμού είναι πλέον απαραίτητα στοιχεία για τον σχεδιασμό κτιρίων και συνόλων.



Προτάσεις για νέα μοντέλα πόλεων αρχικά όπως, πόλεις χαμηλού ή μηδενικού άνθρακα, η ηλιακή πόλη, οι βιώσιμες γειτονιές ή οικο-γειτονιές, θεωρούνται μια πρώτη απάντηση στα ζητήματα της αστικής αειφορίας.

3. Οι δικέλυφες κατασκευές ως τρόπος ενεργειακής αναβάθμισης των κατασκευών – Παρουσίαση του συστήματος

3.1. Το κέλυφος και η λειτουργία του

Το κέλυφος δημιουργείται για να προστατεύει τους χρήστες του κτιρίου και να εξασφαλίσει συνθήκες άνεσης και ευχάριστης διαβίωσης στο εσωτερικό του κτιρίου. Για να επιτευχθεί αυτός ο ρόλος, η κατασκευή θα πρέπει να είναι κατάλληλη.

Το κέλυφος αποτελείται από ένα σύνολο δομικών στοιχείων, τα χαρακτηριστικά των οποίων θα πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις οι οποίες είναι οι εξής:

- Μηχανική αντοχή και ευστάθεια έναντι σε κατάρρευση, παραμορφώσεις και φθορές.
- Πυροπροστασία, για αντοχή σε καθορισμένο χρονικό διάστημα σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Ηχοπροστασία, για ηχομόνωση από το θόρυβο του εξωτερικού περιβάλλοντος.
- Προστασία από ψύχος ή/και υπερθέρμανση με την κατάλληλη θερμομόνωση.
- Εξασφάλιση επάρκειας φυσικού φωτισμού, με την τοποθέτηση ανοιγμάτων κατάλληλων διαστάσεων.

Τα συνήθη υλικά που αποτελούν το εξωτερικό κέλυφος είναι το οπλισμένο σκυρόδεμα, ξύλινα ή μεταλλικά στοιχεία για το σκελετό, το δάπεδο, την οροφή, τα υλικά πλήρωσης: φυσική πέτρα εμφανής ή επιχρισμένη, οπτόπλινθοι – κοινά τούβλα εμφανή ή με επιχρισμα, ξύλο κλπ. και τα κουφώματα, ξύλινα, αλουμινίου, μεταλλικά ή από PVC – πολυβινυλοχλωρίδιο, το τρίτο πιο διαδεδομένο παραγόμενο συνθετικό πλαστικό πολυμερές, μετά το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο, για τα ανοίγματα.

Σε μια μέση κατοικία οι απώλειες από τα δομικά στοιχεία του κελύφους προς το εξωτερικό περιβάλλον είναι μεγάλες, ειδικά μέσω των υλικών πλήρωσης, τοιχοποιία, (Εικόνα 26).



Εικόνα 26. Θερμικές απώλειες σε μία κατοικία (alunet.gr, 2019)

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας έκαναν την εμφάνισή τους νέα υλικά και νέες τεχνολογίες με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, όπως:

- Θερμικά τούβλα,
- Ειδικά συστήματα ξηράς δόμησης για εξωτερική τοιχοποιία,
- Συστήματα εξωτερικών επενδύσεων με διάφορα υλικά (κεραμικά, πέτρα, γυαλί, εμφανή τούβλα, HPL- High Pressure Laminate , υλικό γνωστό και ως βακελίτης, που αποτελείται από στρώματα ξύλου ή χαρτιού, εμποτισμένα με φαινολική ρητίνη, τα οποία συμπιέζονται σε υψηλή θερμοκρασία για να δημιουργήσουν μία ενιαία επιφάνεια.
- Προσόψεις διπλού κελύφους με τούβλο, γυαλί, HPL,
- Αεριζόμενες προσόψεις με κεραμικά, πέτρα, αλουμίνιο,
- Φυτεμένα, διπλά ή αεριζόμενα δώματα,
- Δώματα ή τοιχοποιίες με ενσωματωμένα παθητικά συστήματα (τοίχοι Trombe, στρώματα νερού κλπ),
- Δώματα ή τοιχοποιίες με ενσωματωμένα συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας - Α.Π.Ε.,

- Ειδικά επιχρίσματα και βαφές βελτιωμένης ενεργειακής συμπεριφοράς,
- Φράγματα ακτινοβολίας,
- Ελαφρομετόν με πρόσμιξη θερμομονωτικού υλικού
- Κουφώματα με θερμοδιακοπή, το προφίλ των οποίων διαχωρίζεται σε δύο μέρη, το εσωτερικό και το εξωτερικό με ενδιάμεση προσθήκη πολυαμιδίου για πλήρη απομόνωση της εσωτερικής από την εξωτερική πλευρά.

Τα πιο πάνω υλικά εξετάζονται για τα εξής χαρακτηριστικά τους:

- Θερμοπερατότητα και θερμοχωρητικότητα (Υπηρεσία Ενέργειας Υ. Ε., 2010).

Η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας που έχει τη δυνατότητα να μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο.

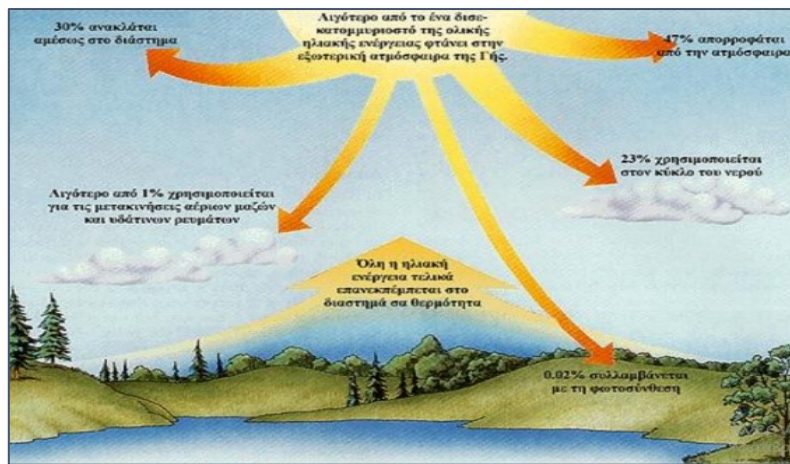
Οι τρόποι με τους οποίους συντελείται η μεταφορά θερμότητας είναι με αγωγή, με συναγωγή και με ακτινοβολία, (Εικόνα 27).



Εικόνα 27. Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητα (Σουλιώτης, Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019)

Βασική πηγή ενέργειας αποτελεί ο ήλιος, με ένα μόνο ποσοστό της ενέργειας αυτής να φτάνει στην επιφάνεια της γης.

Ένα μεγάλο μέρος παθαίνει ανάκλαση, σκέδαση, απορρόφηση από τα διάφορα ατμοσφαιρικά αέρια και από τα αιωρούμενα σωματίδια, (Εικόνα 28).



Εικόνα 28. Ηλιακή Ακτινοβολία (ΝΟΗΣΙΣ & Τεχνολογίας, Επίσκεψη: 2022)

Η απορροφώμενη ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας είναι αυτή που μετατρέπεται σε θερμότητα.

Τα δομικά υλικά που αποτελούν το κέλυφος ενός κτιρίου, παρουσιάζουν διαφορετικά χαρακτηριστικά σε σχέση με την απορρόφηση, διατήρηση, εκπομπή της ηλιακής ενέργειας, με τους πιο σημαντικούς δείκτες να είναι οι εξής:

- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, ($Wm^{-1}K^{-1}$)

Η ικανότητα του υλικού να επιτρέπει τη διέλευση της θερμότητας.

Χαρακτηρίζεται με την ποσότητα θερμότητας (W) που περνά από τις απέναντι πλευρές ενός υλικού, πάχους ενός μέτρου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με ένα $1^{\circ}K$. Ο συντελεστής (λ) ενός υλικού επηρεάζεται από τη φύση του ίδιου του υλικού, τη δομή του, τη θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση. Η θερμική αγωγιμότητα είναι υψηλή στα υλικά τα οποία αποκαλούνται θερμικά αγωγά, όπως τα μέταλλα και είναι χαμηλή στα υλικά που αποκαλούνται θερμομονωτικά, γι' αυτό όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής ενός υλικού τόσο καλύτερη θερμομόνωση παρέχει.

- Θερμική αντίσταση, R (m^2KW^{-1})

Είναι ο λόγος του πάχους του υλικού $d(m)$ προς τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda(Wm^{-1}K^{-1})$ και προσδιορίζει την αντίσταση του υλικού στη μετάδοση της θερμότητας.



Σε δομικά υλικά τα οποία αποτελούνται από πολλές στρώσεις, η συνολική θερμική αντίσταση, αποτελείται από το άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων της κάθε μιας στρώσης.

- Θερμοχωρητικότητα, C ($J K^{-1}$)

Είναι η ποσότητα θερμότητας που αποθηκεύει ένα δομικό στοιχείο ενός χώρου που θερμαίνεται (ή κλιματίζεται) όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των επιφανειών του είναι πάντα ίση με $1^{\circ}C$.

Όλα τα κτίρια δέχονται ακτινοβολία από τον ήλιο, η οποία εισέρχεται στο εσωτερικό τους μέσω των δομικών υλικών (ΚΑΠΕ & Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης, 2005).

Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στα πλαίσια του ενεργειακού σχεδιασμού ενός κτιρίου.

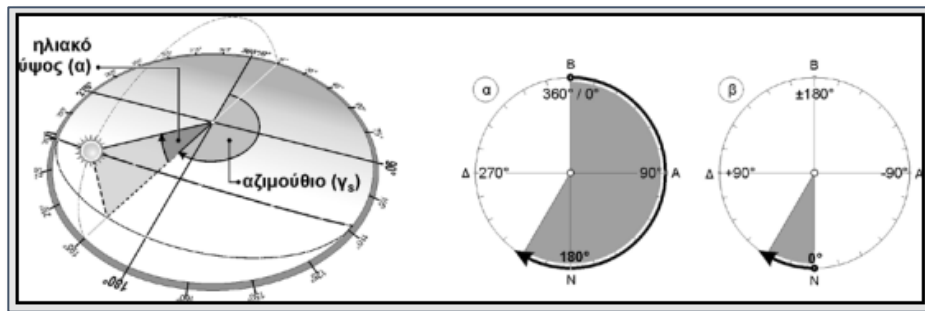
Η αξιοποίηση της μπορεί να παρουσιάσει σημαντική συνεισφορά σε θέρμανση και φωτισμό κατά τους χειμερινούς μήνες.

Αντίθετα, η απουσία ηλιοπροστασίας, μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση και αυξημένες ανάγκες για ψύξη.

Με τον ορθό σχεδιασμό, τον έλεγχο του ηλιασμού και της της σκίασης, το χειμώνα γίνεται ορθολογική εκμετάλλευση της ηλιακής πρόσπτωσης σε ανοίγματα και σε παθητικά συστήματα, ενώ το καλοκαίρι, αποτρέπεται η άμεση ηλιακή ακτινοβολία προτού εισέλθει εντός του κτιρίου διαμέσου των διαφανών δομικών στοιχείων.

Παράγοντες που εξετάζονται είναι το ύψος του ήλιου, η κατακόρυφη γωνία που σχηματίζει ο ορίζοντας με την ευθεία που ενώνει το σημείο αυτό με τη θέση του ήλιου στον ουράνιο θόλο (Ανδρουτσόπουλος, Αραβαντινός, Αξαρχή, Θεοδοσίου, & Τσιακαλουδάκη, 2011) και το αζιμούθιο του ήλιου, η οριζόντια γωνία μεταξύ της ευθείας που ενώνει ένα σημείο, με την προβολή της θέσης του ήλιου στον ορίζοντα, μετρούμενο είτε από την ευθεία από το σημείο προς το βορρά, είτε από την ευθεία από το σημείο προς το νότο, για συγκεκριμένη μέρα και ώρα του χρόνου. Στην πρώτη περίπτωση η γωνία παίρνει θετικές τιμές, με δεξιόστροφη μέτρηση, από 0° έως 360° . Στη δεύτερη περίπτωση παίρνει τιμές από 0° έως 180° για μέτρηση από νότο προς βορρά διαμέσου δύσης και 0° έως -180° για μέτρηση από νότο προς

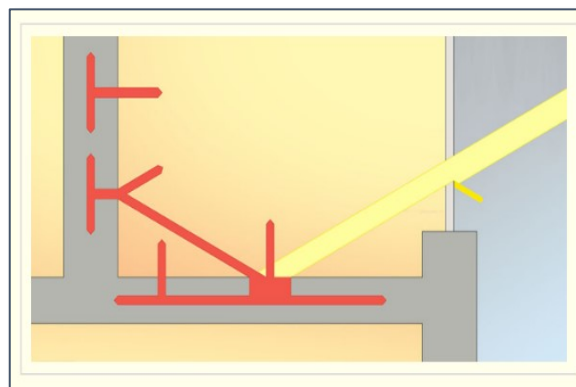
βορρά διαμέσου ανατολής (Ανδρουτσόπουλος, Αραβαντινός, Αξαρή, Θεοδοσίου, & Τσιακαλουδάκη, 2011), (Εικόνα 29).



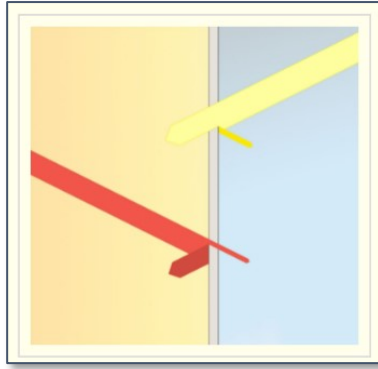
Εικόνα 29. Ηλιακό ύψος και Αζιμούθιο ήλιου (Ανδρουτσόπουλος, Αραβαντινός, Αξαρή, Θεοδοσίου, & Τσιακαλουδάκη, 2011)

Το πιο σημαντικό στοιχείο στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση των κτιρίων το χειμώνα (αλλά και για αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι) είναι ο σωστός προσανατολισμός των ανοιγμάτων (ΑΝΕΛΙΞΙΣ, Έρευνα, Προώθηση και Διάδοση εφαρμογών Α.Π.Ε. και , & Οικολογικής Αρχιτεκτονικής, 2013). Με υαλοστάσια τοποθετημένα προς το Νότο επιτυγχάνονται άμεσα ηλιακά κέρδη. Το γυαλί, σαν υλικό, επιτρέπει τη διέλευση μόνο της μικρούς κύματος ακτινοβολία, όπως αυτή του ήλιου.

Στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου, η εισερχόμενη αυτή ακτινοβολία θερμαίνει τα δάπεδα, τον εσωτερικό αέρα, τις εσωτερικές επιφάνειες και τα δομικά στοιχεία, (Εικόνα 30), τα οποία συσσωρεύουν και επανεκπέμπουν την ενέργεια αυτή ως θερμική, (Εικόνα 31).



Εικόνα 30. Εισερχόμενη σε κτίριο ηλιακή ακτινοβολία



Εικόνα 31. Τμήμα της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας επανεκπέμπεται στο περιβάλλον (ΑΝΕΛΙΞΙΣ, Έρευνα, Προώθηση και Διάδοση εφαρμογών Α.Π.Ε. και , & Οικολογικής Αρχιτεκτονικής, 2013)

Η θερμική ενέργεια, η οποία είναι μεγάλου μήκους κύματος, δεν μπορεί να διαπεράσει να διαπεράσει πλέον το γυαλί και εγκλωβίζεται στο εσωτερικό του κτιρίου.

Το φαινόμενο αυτό, ενώ είναι επιθυμητό το χειμώνα, για το καλοκαίρι είναι ανεπιθύμητο.

Στο σημείο αυτό βέβαια θα πρέπει να τονιστεί και η διαφορά στο ύψος του ηλίου κατά τις δυο εποχές του έτους. Το χειμώνα ο ήλιος κινείται σε πιο χαμηλή τροχιά ως προς τον ορίζοντα, ενώ το καλοκαίρι πιο ψηλά.

Επίσης να σημειωθεί ότι τα νότια ανοίγματα λειτουργούν σαν πρόσδος θερμότητας μόνο κατά τη διάρκεια ηλιοφάνειας. Σε διαφορετική περίπτωση λειτουργούν ως επιφάνειες απώλειας θερμότητας όπως και τα υπόλοιπα ανοίγματα.

Η χρήση διπλού υαλοστασίου με ενδιάμεσο διάκενο και κατάλληλου υλικού κουφώματος και κασώματος, μπορεί να περιορίσει τις απώλειες, όχι όμως να τις εξαλείψει εξολοκλήρου.

Γενικά φαίνεται πως η συνεισφορά των νότιων ανοιγμάτων στη θέρμανση ενός χώρου, σε μέρα με ηλιοφάνεια, μπορεί να φτάσει και στο 70% (ΑΝΕΛΙΞΙΣ, Έρευνα, Προώθηση και Διάδοση εφαρμογών Α.Π.Ε. και , & Οικολογικής Αρχιτεκτονικής, 2013).

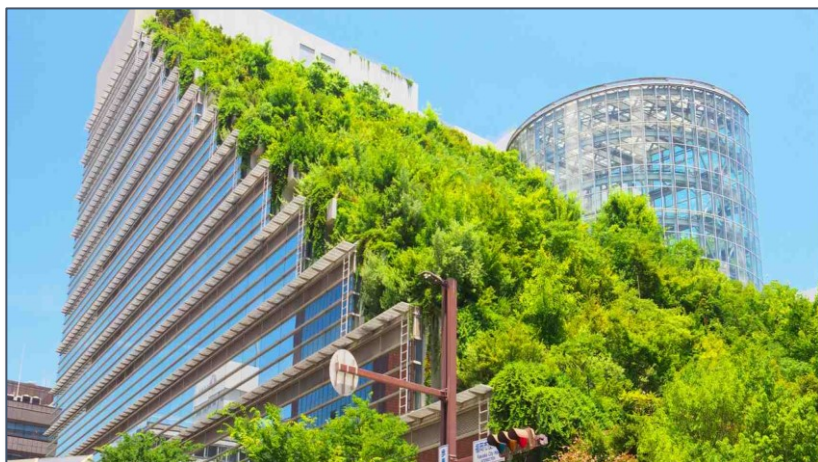
Το μικροκλίμα ενός τόπου (Ανδρουτσόπουλος, Αραβαντινός, Αξαρή, Θεοδοσίου, & Τσιακαλουδάκη, 2011), αποτελεί επίσης σημαντικό παράγοντα, ο οποίος επηρεάζει την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου.

Ο τρόπος δόμησης (αραιή-πυκνή), τα ύψη των γειτονικών κτιρίων, το πλάτος των δρόμων, η ύπαρξη ή η έλλειψη βλάστησης, τα δομικά υλικά του ίδιου του κτιρίου αλλά και του περιβάλλοντος αυτού, η διεύθυνση και η ταχύτητα του ανέμου, σε συνδυασμό με το κλίμα της ευρύτερης περιοχής, είναι συνθήκες που αλληλοεπιδρούν με το κτίριο επηρεάζοντάς το, αλλά και εισπράττοντας και τη δική του επίδραση.

Ανάμεσα στα μελήματα κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου, θα πρέπει να είναι και η ένταξή του στο άμεσο περιβάλλον του, ώστε οι πιο πάνω συνθήκες της αλληλοεπίδρασης να μην επιδεινώνονται, όπως η αποφυγή υλικών και επιφανειών που ανακλούν την ηλιακή ακτινοβολία προς το γύρω περιβάλλον και κτίρια, αλλά να βελτιώνονται, όπως με φυτεύσεις σε προσόψεις, (Εικόνα 32) και οροφές, (Εικόνα 33).



Εικόνα 32. Φυτεμένη πρόσοψη (ΥΠΕΝ: ο Νέος Οικοδομικός Κανονισμός με όλες τις νέες αλλαγές)



Εικόνα 33. Παράδειγμα φυτεμένου δώματος (kentromonoseon, Επίσκεψη: 2022)



Ειδικά οι τελευταίες κατασκευές, παρέχουν πολλά και σημαντικά οφέλη τόσο στους χρήστες όσο και στο άμεσο περιβάλλον (Μιχαλάκη, 2009), όπως:

- Ορθότερη διαχείριση ομβρίων στην οροφή,
- Ελάττωση διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα και παραγωγή οξυγόνου με τη βοήθεια των φυτεύσεων,
- Παροχή θερμομόνωσης στον υποκείμενο χώρο, με ελάττωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων, άρα εξοικονόμηση ενέργειας,
- Δημιουργία ενός πιο δροσερού και πιο ευχάριστου μικροκλίματος στο ευρύτερο περιβάλλον,
- Παροχή ηχομόνωσης από τους εξωτερικούς θορύβους της πόλης,
- Προστασία του δώματος από εξωτερικούς παράγοντες που θα ελάττωναν τη διάρκεια ζωής των υλικών επικάλυψης του,
- Αύξηση της βιοποικιλότητας με τη δημιουργία ενός νέου οικότοπου,
- Παροχή πυροπροστασίας στους υπερκείμενους ορόφους κλπ

Η θερμομόνωση αποτελεί τη λύση για αποφυγή ανταλλαγής της θερμότητας του εσωτερικού με το εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου.

Όπως και στην περίπτωση του φυτεμένου δώματος, κατά την οποία παρέχεται θερμομόνωση στον υπερκείμενο χώρο, έτσι και στα υπόλοιπα δομικά υλικά του κελύφους ενός κτιρίου, προκειμένου αυτό να είναι ενεργειακά αποδοτικό θα πρέπει να γίνει εφαρμογή υλικών που θα εμποδίζουν τη συσσώρευση και των εγκλωβισμό της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τους θερινούς μήνες, τη φραγή διαφυγής της εσωτερικής θερμοκρασίας ενός χώρου προς το πιο ψυχρό εξωτερικό περιβάλλον κατά τους χειμερινούς μήνες και γενικά τη μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων με τη γνωστή δημιουργία υδρατμών, άρα και μούχλας.

Η θερμομόνωση είναι η θωράκιση του κελύφους που αποσκοπεί στη μείωση ανταλλαγής θερμότητας του εσωτερικού του κτιρίου με το εξωτερικό του περιβάλλον.

Παλιότερα, και ειδικά στις παραδοσιακές κατασκευές, η ανάγκη για θερμομόνωση δεν ήταν επιβεβλημένη.



Ο ορθός προσανατολισμός των ανοιγμάτων, η μελετημένη διάταξη των εσωτερικών χώρων, η επιλογή των δομικών υλικών του κελύφους και η ογκοπλασία των παραδοσιακών κτιρίων γινόταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να γίνεται ρύθμιση της θερμομονωτικής ικανότητας και της ροής της θερμότητας.

Με την πάροδο των χρόνων, την εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα των δομικών υλικών και την τάση για παγκοσμιοποίησης, οι κατασκευές άλλαξαν μορφή. Τα σύγχρονα κτίρια απομακρύνθηκαν από τις παραδοσιακές αρχές και κατασκευές, ενώ δεν δίνεται πλέον τόσο μεγάλη σημασία στον παράγοντα κλίμα και στις ιδιαιτερότητες αυτού.

Σε συνδυασμό με τη στροφή προς την ανεξέλεγκτη χρήση της ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση, η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ψύξης και θέρμανσης αντίστοιχα.

Με τα αποθέματα φυσικών πόρων όμως να λιγοστεύουν, η ανάγκη για θερμομόνωση με βλέψη την εξοικονόμηση ενέργειας, επανήλθε στο προσκήνιο.

Και μια σωστή θερμομόνωση πρέπει να εξασφαλίζει τα εξής:

- Συνθήκες θερμικής άνεσης στους χρήστες,
- Εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση,
- Μείωση του κόστους κατασκευής των εγκαταστάσεων ψύξης και θέρμανσης,
- Έμμεση μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λόγω μείωσης της χρήσης ενέργειας,
- Ηχομόνωση,
- Φιλικότητα προς το περιβάλλον,
- Συνεργασιμότητα με άλλα υλικά.





Τα τεχνικά χαρακτηριστικά που πρέπει να εξετάζονται είναι κυρίως η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ , η εξάρτηση του λ από τη θερμοκρασία και η εξάρτηση του λ από την υγρασία.

Οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής λ αυξάνει σημαντικά με την εμφάνιση υδρατμών στη μάζα του, ενώ αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να ισχύει η θερμομονωτική δράση.

Επίσης θα πρέπει να εξετάζεται και ο συντελεστής θερμικής διαστολής με την απαίτηση για χαμηλές τιμές ώστε να αποτρέπονται οι περιπτώσεις οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής του θερμομονωτικού υλικού.

Συνήθη θερμομονωτικά υλικά που κυκλοφορούν στην αγορά και πληρούν τις προϋποθέσεις για αποδοτική χρήση είναι τα εξής, (Πίνακας 3):

<ul style="list-style-type: none"> Εξηλασμένη πολυστερίνη 	
<ul style="list-style-type: none"> Διογκωμένη πολυστερίνη (απλή λευκή και 	
<ul style="list-style-type: none"> Υαλοβάμβακας 	
<ul style="list-style-type: none"> Πετροβάμβακας 	
<ul style="list-style-type: none"> Πολυουρεθάνη 	
<ul style="list-style-type: none"> Αφρώδες Γυαλί 	
<ul style="list-style-type: none"> Περλίτης 	
<ul style="list-style-type: none"> Φελλός 	

<ul style="list-style-type: none"> PVC 	
<ul style="list-style-type: none"> Κυψελωτό σκυρόδεμα 	
<ul style="list-style-type: none"> Θερμομονωτικά τούβλα 	
<ul style="list-style-type: none"> Πλάκες ξυλόμαλλου 	

Πίνακας 3. Θερμομονωτικά υλικά, (Ιδια επεξεργασία πίνακα)

Ο σχεδιασμός κάθε κτιρίου γίνεται με σκοπό την εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών για την άνετη διαβίωση των χρηστών του (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών Εκπαιδευτικό Υλικό, Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων, 2011).

Πολλαπλοί παράγοντες λαμβάνονται υπόψιν ώστε οι εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες να επηρεάζουν στο ελάχιστο τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου - εσώκλιμα.

Στη διαμόρφωση του εσωκλίματος βέβαια πρέπει να συμπεριληφθεί και ο ανθρώπινος παράγοντας, η προσωπική αντίληψη για την αίσθηση της άνεσης.

Η θερμική άνεση, η οποία σύμφωνα με την Αμερικανική επίσημη εταιρεία ψύξης, θέρμανσης και κλιματισμού – ASHRAE, ορίζεται ως η κατάσταση του μυαλού στην οποία το άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή στο εσωτερικό ενός χώρου, ενώ εκφράζει την ικανοποίησή του σε σχέση με τις επικρατούσες συνθήκες, είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες διαμόρφωσης του εσωκλίματος (Παπαδόπουλος, 2016).



Επειδή όμως για τη διαμόρφωση της θερμικής άνεσης υπεισέρχονται προσωπικοί παράμετροι, καθορίστηκαν και άλλοι, με πιο αντικειμενικό χαρακτήρα οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Φυσικοί παράμετροι, (θερμοκρασία αέρα και μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών σε ° C ενός χώρου, υγρασία και σχετική υγρασία αέρα σε Pa, ταχύτητα του εσωτερικού αέρα σε m/s),
2. Βιολογικοί παράμετροι, (φύλο, ηλικία και συνήθειες του χρήστη),
3. Εξωτερικοί παράμετροι, (δραστηριότητα και ενδυμασία του χρήστη).

Η θερμοκρασία επηρεάζει το ανθρώπινο σώμα και τις λειτουργίες ανταλλαγής ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας με το περιβάλλον.

Το κέλυφος του κτιρίου αποτελεί κύρια μορφή προστασίας του ανθρώπου από τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η ανταλλαγή θερμοκρασίας του κελύφους με τον εξωτερικό αέρα επηρεάζει άμεσα και τον ίδιο το χρήστη, ο οποίος σε κάθε αλλαγή, επιζητά τρόπους για επαναφορά των συνθηκών στην κατάσταση στην οποία αισθάνεται άνεση. Τα τελευταία χρόνια η πιο πάνω προσπάθεια γίνεται με τη χρήση μηχανικών μέσων με την ανάλογη κατανάλωση ενέργειας.

Μελέτες ενεργειακής απόδοσης έρχονται να προσδιορίσουν το ποσό της καταναλισκόμενης ενέργειας και να προτείνουν λύσεις για την ελάττωσή της.

Στο σημείο αυτό, εισέρχεται η αποτελεσματική θωράκιση του κελύφους, η οποία επιτυχώς αντιπροσωπεύεται με την κατασκευή αεριζόμενων προσόψεων.

3.2. Προσδιορισμός του συστήματος του διπλού κελύφους και ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος

3.2.1. Γενικά

Η στροφή προς τον βιοκλιματικό σχεδιασμό σαν στόχο έχει την κατασκευή και τη διαχείριση κτιρίων με βασικό γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας. Με σεβασμό στο περιβάλλον, στα τοπικά υλικά, με ορθή μελέτη του κλίματος, του προσανατολισμού, τη διάταξη των χώρων ενός κτιρίου με βάση τη λειτουργία τους, ένα κτίριο μπορεί να



πετύχει τις μέγιστες συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του, με κατά το δυνατόν τη λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

Οι αρχές τις οποίες θέτει ως βασική προϋπόθεση ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν είναι καινούργιες. Είναι συνυφασμένες με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική κάθε τόπου, από τότε που οι χωρίς τεχνογνωσία μάστορες, χρησιμοποιώντας τοπικά υλικά και προσαρμόζοντας το κτίριο στο τοπικό περιβάλλον και ανάγλυφο, έχτιζαν τα κτίσματά τους εναρμονισμένα με το περιβάλλον και αποδίδοντας ιδιαίτερο χαρακτήρα στην κάθε περιοχή.

Οι συνθήκες άλλαξαν, η τεχνολογία εξελίχθηκε, οι άνθρωποι συγκεντρώθηκαν στις πόλεις και οι αρχές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής ξεχάστηκαν στο όνομα της εξέλιξης, για να επανέλθουν στο προσκήνιο ως αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και της βιώσιμης ανάπτυξης· που σαν μέλημά της έχει την κάλυψη των αναγκών της παρούσας γενιάς, χωρίς την υπονόμηση όμως των μελλοντικών γενεών να καλύψουν και τις δικές τους. Έτσι, πολλές από τις πρακτικές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής επέστρεψαν σε μια πιο εξελιγμένη μορφή.

Μια από τις πρακτικές αυτές είναι και η κατασκευή διπλού κελύφους στα κτίρια, με σκοπό τη μόνωση του εσωτερικού χώρου και την προστασία του κυρίως κελύφους από τις αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες.

3.2.2. Ορισμός του διπλού κελύφους.

Ως δικέλυφο³ χαρακτηρίζεται οποιαδήποτε δομικό στοιχείο αποτελείται από δυο επίπεδα εξωτερικού κελύφους.

Σκοπός είναι η προστασία του κυρίως κελύφους, αυτό που έρχεται σε επαφή με τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, από τις αντίξοες συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος και η εξασφάλιση των συνθηκών άνεσης των χρηστών, με την τοποθέτηση ενός δεύτερου κελύφους, ως «ένδυμα».

³ Προσόψεις διπλού επιπέδου, σχεδόν μια αυτονόητη ονομασία για συστήματα προσόψεων που αποτελούνται από δύο στρώματα, συνήθως γυαλί, όπου ο αέρας ρέει μέσω της ενδιάμεσης κοιλότητας. Αυτός ο χώρος (που μπορεί να κυμαίνεται από 20 cm έως λίγα μέτρα) λειτουργεί ως μόνωση έναντι ακραίων θερμοκρασιών, ανέμων και ήχου, βελτιώνοντας τη θερμική απόδοση του κτιρίου τόσο για υψηλές όσο και για χαμηλές θερμοκρασίες. Ίσως ένα από τα πιο διάσημα παραδείγματα προσόψεων με διπλό δέρμα είναι το Foster+Partners' 30 St Mary Axe Building, "The Gherkin" (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019).



Το εσωτερικό κέλυφος συνήθως είναι μια συμβατική κατασκευή, ένα τοίχωμα συμπαγές ή διάφανο, με ανοίγματα ή με υαλοστάσιο.

Για το εξωτερικό κέλυφος οι εναλλακτικές διαφέρουν ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Έτσι, στις βόρειες χώρες, όπου υπάρχει ανάγκη φυσικού φωτός, προτιμάται η εφαρμογή ενός δεύτερου υαλοπετάσματος, σταθερού και σε απόσταση από το πρώτο, με κατάλληλα ανοίγματα για αερισμό. Αντίθετα σε χώρες με πιο ήπιο και εύκρατο κλίμα το εξωτερικό κέλυφος είναι μια πιο ελαφριά κατασκευή, που μπορεί να παίζει και το ρόλο σκιάστρου, αποτελούμενη από σύστημα μεταλλικού πλαισίου με αναρτώμενα στοιχεία όπως γυαλί, διάτρητα ή συμπαγή φύλλα μεταλλικά ή αλουμινίου, κεραμικά πλακίδια ή πλάκες μαρμάρου, HPL ή ακόμα και φωτοβολταϊκά πλαίσια (Καραχάλιου, 2010).

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και το διάκενο, το οποίο ανάλογα με τη διάστασή του μπορεί να είναι βατό ή μη, να αποτελεί λειτουργικό χώρο ή διάδρομο για τη συντήρηση του κτιρίου.

Το σύστημα του διπλού κελύφους εφαρμόστηκε σε μια πληθώρα κτιρίων τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως βιώσιμες κατασκευές, ενώ αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα παθητικά συστήματα.

3.2.3. Το αεριζόμενο διπλό κέλυφος και ο τρόπος λειτουργίας του με το ενδιάμεσο κενό, φαινόμενο καμινάδας και η εφαρμογή του συστήματος σε τοίχους, δώματα, στέγες, κουφώματα, σε νέες και υφιστάμενες κατασκευές.

Τα αεριζόμενα διπλά κελύφη, αποτελούνται από δυο δομικά στοιχεία με ενδιάμεσο κενό, πλάτους 8 - 15 εκ, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον, διαμέσου θυρίδων, (Εικόνα 34).

Η τεχνική, αρχικά, εφαρμόστηκε στην κατασκευή κτιρίων με μεγάλο ύψος, όπου έπρεπε να ελαχιστοποιηθεί το βάρος του αναρτώμενου κελύφους, αλλά και να περιοριστεί ο εξωτερικός θόρυβος (Till Pasquay, 2004). Η ιδέα περιλάμβανε δυο γυάλινες επιφάνειες με ενδιάμεσο διάκενο. Το σύστημα λόγω τις ιδιαιτερότητάς του και της υψηλής θεωρήθηκε αποτελεσματικότερο σε ψυχρά κλίματα (M.A.Shameri,

και συν., 2011), ενώ για τα πιο θερμά κλίματα, προτείνεται η ενσωμάτωση συστημάτων ελεγχόμενης σκίασης (Juan Zhou & Youming Chen, 2010).

Στη θερμοπροστασία του κτιρίου συμμετέχει μόνο το εσωτερικό κέλυφος. Το εξωτερικό προστατεύει το εσωτερικό από αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως βροχή και ήλιος.

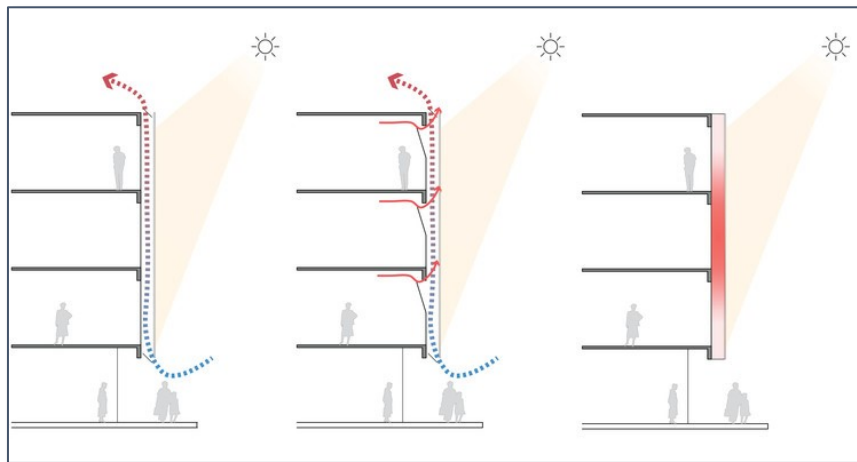


Εικόνα 34. Κατασκευή αεριζόμενης πρόσοψης, Ventilated Façade Layers, (Rai, 2019)

Ειδικά στην έντονη ηλιοφάνεια της καλοκαιρινής περιόδου, το εξωτερικό κέλυφος παίζει το ρόλο σκιάστρου, απορροφώντας την ηλιακή ενέργεια με τη μορφή θερμότητας, αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία του. Η θερμότητα αυτή, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πέσει, εκπέμπεται και από τις δυο πλευρές του εξωτερικού κελύφους.

Προς τη μεριά του διάκενου όμως, η κυκλοφορία αέρα, απαγάγει τη θερμότητα αυτή μεταφέροντας την προς τα πάνω, φαινόμενο καμινάδας⁴, μη επιτρέποντας την να επηρεάσει το εσωτερικό κέλυφος, (Εικόνα 35).

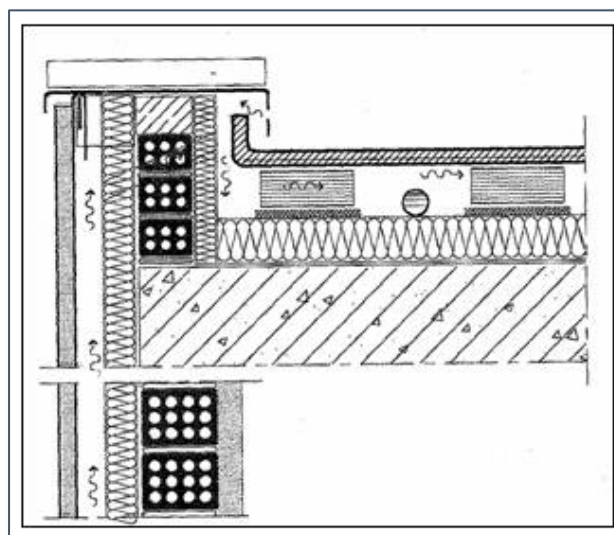
⁴ Φαινόμενο καμινάδας ή φυσικού ελκυσμού, καθώς ρεύμα θερμού αέρα, λόγω μικρότερης πυκνότητας κινείται προς τα επάνω, ρεύμα ψυχρού αέρα με μεγαλύτερη πυκνότητα τείνει να το αντικαταστήσει από κάτω, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου.



Εικόνα 35. Τρόπος λειτουργίας αεριζόμενης πρόσοψης (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)

Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, καθώς και η διατάραξη των συνθηκών άνεσης των χρηστών (Yao Tao, και συν., 2021).

Με αντίθετη λειτουργία, το χειμώνα, το εξωτερικό κέλυφος εμποδίζει την έντονη διαφυγή θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Αν και ο όρος «διπλό κέλυφος» παραπέμπει στις κατακόρυφες επιφάνειες ενός κτιρίου, εντούτοις η εφαρμογή του συστήματος μπορεί να γίνει και στο δώμα αυτού, με τη λειτουργία αεριζόμενου δώματος, (Εικόνα 36).



Εικόνα 36, Αεριζόμενο δώμα (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης, 2005)

Εφαρμογή επίσης του συστήματος γίνεται και με την τοποθέτηση διπλών κουφωμάτων σε χώρους, τεχνική που εφαρμόζεται κυρίως στις χώρες της Βόρειας Ευρώπης, αλλά και στη Βόρειο Ελλάδα, (Εικόνα 37).



Εικόνα 37

Η ιδέα του συστήματος εφαρμόστηκε για αρκετά χρόνια στον Ελλαδικό χώρο, από τη δεκαετία του 1980 κατά την οποία ξεκίνησε να εφαρμόζεται ο πρώτος κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων, με την κατασκευή διπλής εξωτερικής τοιχοποιίας με ενδιάμεσο κενό, το οποίο γέμιζε συνήθως με διογκωμένη πολυστερίνη, σύμφωνα με τον τότε ισχύοντα γερμανικό κανονισμό (Καλογήρου, 2008). Το σύστημα εφαρμόστηκε για αρκετές δεκαετίες, μέχρι ο ΚΕΝΑΚ να τροποποιήσει το καθεστώς και να απαιτείται πλέον Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, (Εικόνα 38).



Εικόνα 38. Μόνωση τοιχοποιίας με διάκενο (ergatex, Επίσκεψη: 2021)

Στις πιο απλές εφαρμογές, το σημαντικό πλεονέκτημα για την ενσωμάτωση διπλού κελύφους σε κατασκευή, είναι ότι μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία τόσο σε

νέες όσο και σε υφιστάμενες κατασκευές οι οποίες μέσω της ανακαίνισής τους προσπαθούν να πετύχουν εξοικονόμηση στην ενέργεια που καταναλώνουν (R.Høseggen, B.J.Wachenfeldt, & S.O.Hanssen, 2008).

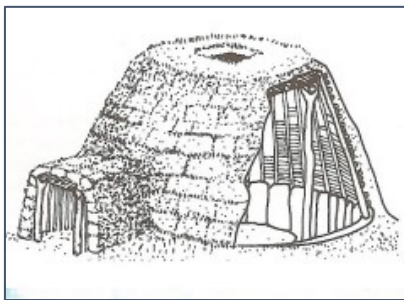
Σε κάθε περίπτωση, η μόνωση που μεσολαβεί λειτουργεί ως ασπίδα προστασίας του εσωτερικού κελύφους.

3.3. Ιστορική ανασκόπηση – Εξελικτική πορεία

Τα διπλά κελύφη, από την αρχαιότητα και την παραδοσιακή αρχιτεκτονική στις δικέλυφες κατασκευές τοιχοποιίας και στις σύγχρονες κατασκευές αεριζόμενων προσόψεων.

Η τεχνική της κατασκευής διπλού κελύφους με σκοπό τη θερμομόνωση, χρονολογείται ήδη από την αρχαιότητα και την εποχή του χαλκού.

Υλικά κυρίως ζωικής και φυτικής προελεύσεως, με ινώδη υφή, όπως άχυρο, καλάμι, φύκια, βαμβάκι, μαλλί, αλλά και αφρώδους δομής, όπως ο φελλός ή και άλλα υλικά ανόργανα, όπως η ελαφρόπετρα χρησιμοποιήθηκαν για κατασκευές που εγκλωβίζουν στο εσωτερικό τους ακίνητο αέρα, με σκοπό την επίτευξη θερμομόνωσης ειδικά στα βόρεια ψυχρά κλίματα (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη, 2013), (Εικόνες 39 - 40).



Εικόνα 39. - Εικόνα 40. Υλικά στις χωμάτινες κατασκευές για εγκλωβισμό αέρα (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη, 2013)

Ο τσατμάς (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη, 2013), από πλεγμένα καλάμια και με επικάλυψη από μείγμα πηλού και άχρου μπορεί να μην αποτελεί ξεκάθαρο παράδειγμα διπλοκέλυφης κατασκευής. Δεν παύει να είναι όμως μια τεχνική που εκμεταλλεύεται τον ακίνητο εγκλωβισμένο στο σώμα των καλάμιών αέρα για σκοπούς θερμομόνωσης, (Εικόνα 41).

Αποτελεί μια από τις αρχαιότερες κατασκευαστικές τεχνικές που ξεκίνησε να χρησιμοποιείται από τη Νεολιθική Εποχή στον Ελλαδικό χώρο και συνέχισε μέχρι και τους παραδοσιακούς οικισμούς στη Βόρειο Ελλάδα, ιδιαίτερα στη Σιάτιστα.



Εικόνα 41, Τσατμάς, (Σπυροπούλου & Τσακαλάκη, 2013)

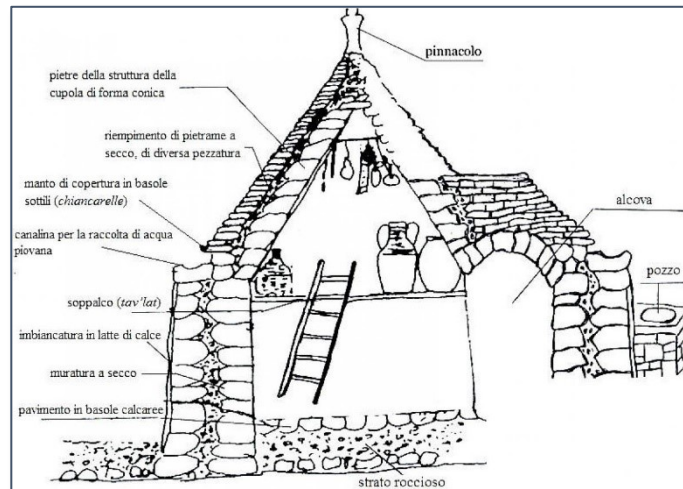
Πολιτισμοί όπως οι Ανασάζι (Colorado, 2018), που αναπτύχθηκαν 800 χρόνια πριν στο Νέο Μεξικό, εφάρμοσαν την τεχνική του διπλού κελύφους, (Εικόνα 42). Στους οικισμούς Pueblo, στην περιοχή Μέσα Βέρντε (Colorado, 2018), κατασκευάζεται διπλή τοιχοποιία με πλήρωση του ενδιάμεσου κενού με λάσπη, προκειμένου το κέλυφος να προστατεύσει τους ενοίκους από το κλίμα της Βόρειας Αμερικής με τα θερμά έως πολύ θερμά καλοκαίρια και τους ψυχρούς με ισχυρούς ανέμους χειμώνες.



Εικόνα 42. Δικέλυφη κατασκευή στον οικισμό Μέσα Βέρντε των Ανασάζι, (Colorado, 2018)

Στην περιοχή Alberobello της Ιταλίας επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι θολωτές κατασκευές Trulli (Unesco, 1996), (Εικόνα 43), με τους πέτρινους δικέλφους τοίχους πάχους 1,5μ. και το γέμισμα του κενού με χαλίκια, που σαν

σκοπό έχουν την αντιμετώπιση του μεσογειακού κλίματος, με τα πολύ ζεστά καλοκαίρια και τους υγρούς χειμώνες.

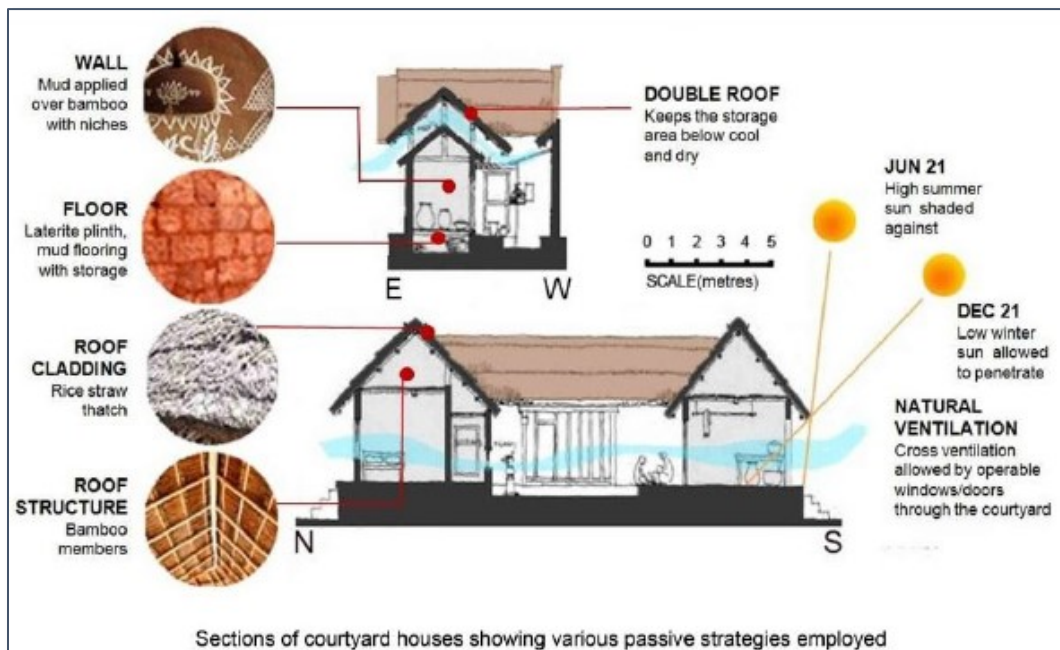


Εικόνα 43. Κατασκευές Trulli Alberobello Ιταλίας, (Unesco, 1996)

Σε άλλους παραδοσιακούς οικισμούς, η κατασκευή διπλού κελύφους και ειδικά της διπλής στέγης χρησιμοποιήθηκε για την προστασία του κτιρίου από την υπερβολική ηλιοφάνεια και ζέστη.

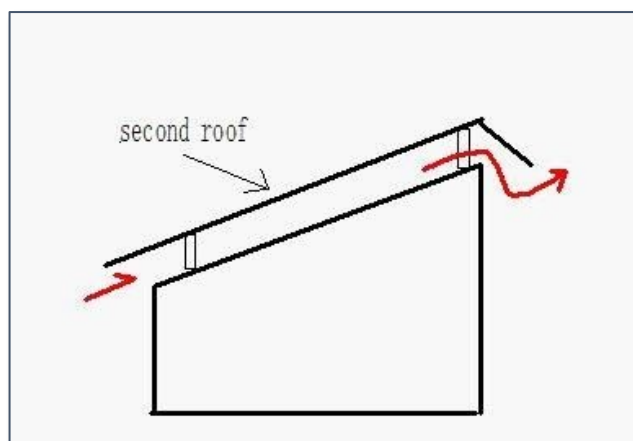
Έτσι σε περιοχές της Βόρειας Αφρικής, κυρίως γύρω από τη Σαχάρα, με τις μεγάλες ημερήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, οι Βερβέροι κατασκευάζουν τα παραδοσιακά τους οικήματα με διπλή στέγη, αξιοποιώντας το διάκενο ως αποθήκη σιτηρών.

Παρόμοια είναι η κατασκευή της δικέλυφης στέγης αλλά και η χρήση του διάκενου στους οικισμούς στην Orissa της Ινδίας (cdkn.org, 2014), (Εικόνα 44), με την τοποθέτηση αχυρένιας στέγης ως δεύτερο κέλυφος για προστασία της κυρίως στέγης, η οποία είναι κατασκευασμένη με λάσπη.



Εικόνα 44. Κατασκευή διπλής αεριζόμενης στέγης (cdkn.org, 2014)

Στην περίπτωση των παραδοσιακών κατοικιών στην περιοχή Cham του Vietnam (Double roof of Cham, 2010), (Εικόνες 45 - 46), η δεύτερη στέγη κατασκευάζεται σε απόσταση από την κυρίως στέγη (Kotaro Nishiki, 2021), προσφέροντας σκιασμό αλλά και φυσικό δροσισμό, προκειμένου το κτίριο να ανταπεξέλθει στην έντονη ηλιοφάνεια και να μετριάσει την υπερθέρμανση του εσωτερικού κελύφους.



Εικόνα 45. Διπλή στέγη, (Double roof of Cham, 2010) Εικόνα 46. Διπλή στέγη, (Kotaro Nishiki, 2021)



3.4. Τύποι δικέλυφων προσόψεων - Υλικά κατασκευής και τύπος διάκενου

Η τεχνική της κατασκευής διπλού κελύφους, κερδίζει τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερο έδαφος. Αποτελεί την μια εκ των δυο ειδών θερμομόνωσης του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου, οι οποίες είναι: συνεχή ή υγρά συστήματα και αεριζόμενα συστήματα προσόψεων ή ξηρά συστήματα (I-R Baciú, D N Isopescu, M L Luru, S G Maxineas, και συν., 2021).

Όσο πιο επιτακτική είναι η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας τόσο η τεχνολογία δίνει και νέες λύσεις.

Στην εφαρμογή δεν υπάρχει περιορισμός σε υλικά, ενώ υπάρχουν διαφορετικοί τύποι που μπορούν να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες κάθε κτιρίου.

3.4.1. Γυάλινες διπλές προσόψεις

Ο συγκεκριμένος τύπος, επιλέχθηκε αρχικά σαν λύση για την ελάττωση του φορτίου των δομικών στοιχείων της κατασκευής, ειδικά στα ψηλά κτίρια.

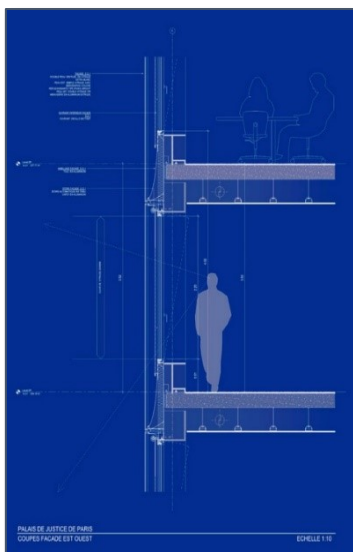
Εξυπηρέτησε βέβαια και την επιθυμία των Αρχιτεκτόνων για διαφάνεια και απρόσκοπτη θέα, βασικά σε πολυώροφα κτίρια γραφείων (Παπαμανώλης, 2015), (Εικόνα 47).

Οι αρνητικές επιπτώσεις αυτής της κατασκευής όμως, όπως υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων το καλοκαίρι και μεγάλες απώλειες θερμότητας το χειμώνα, θάμβωση, αντανάκλασεις των γυάλινων επιφανειών στα απέναντι κτίρια, ώθησαν στη βελτίωση τόσο της ίδιας της κατασκευής, όσο και των τεχνικών χαρακτηριστικών των γυαλιών (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019), (Εικόνες 48 - 53).

Έτσι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αναθεωρήσεις και πρόοδοι στα εφαρμοζόμενα συστήματα, στον σκελετό ανάρτησής τους, (αλουμίνια με θερμοδιακοπή) στα ενδιάμεσα κενά (διάσταση, ανοιχτή ή σφραγισμένη κοιλότητα), στον τρόπο εξαερισμού, (φυσικός ή με μηχανικά μέσα), στη σκίαση, αλλά και στις ιδιότητες των γυαλιών, (διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες, με ενδιάμεσο κενό αέρος ή με πλήρωση του κενού με αδρανή αέρια, ενεργειακά, με διάφορες επιστρώσεις, βαφές ή επικαλύψεις) (Rouhollah Norouzi, 2019).



Εικόνα 47. Κατασκευή αεριζόμενης όψης από υαλοπίνακες, (Παπαμανώλης, 2015)



Εικόνα 48. Τρόπος λειτουργίας των διπλών όψεων (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)



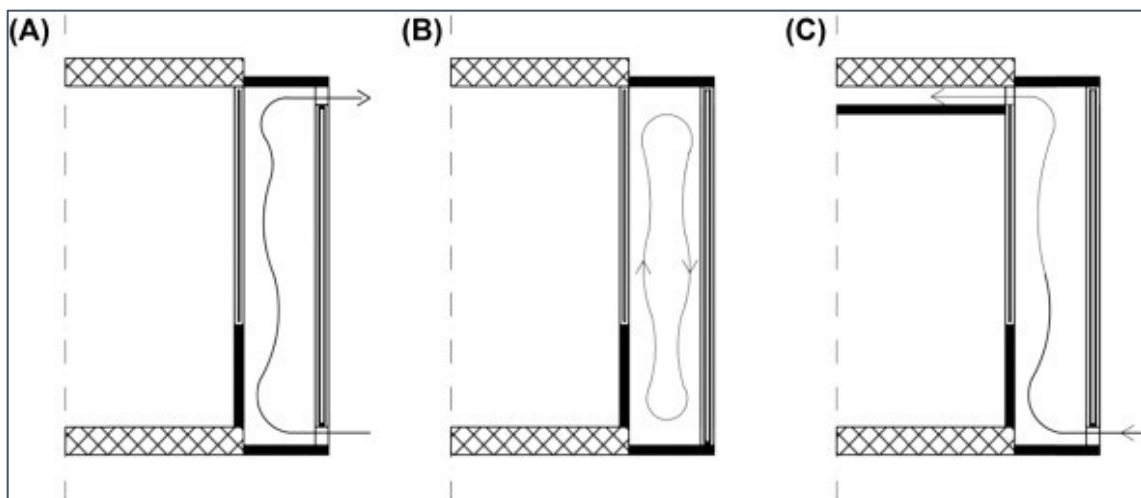
Εικόνα 49.



Εικόνα 50 .



Εικόνα 51. - Εικόνα 52. Kraanspoor Amsterdam (OTH architecten, 2007)



Εικόνα 53. Τρόπος λειτουργίας των διπλών όψεων (Rouhollah Norouzi, 2019)

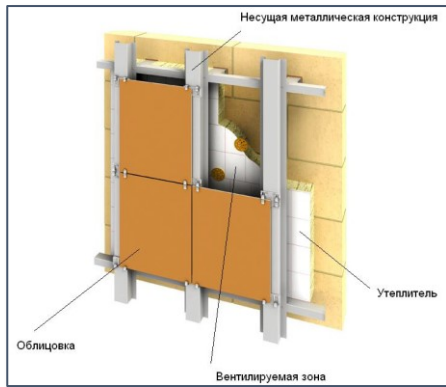
3.4.2. Διπλές αεριζόμενες προσόψεις με αναρτώμενα στοιχεία

Στην περίπτωση των αεριζόμενων προσόψεων, το εξωτερικό κέλυφος είναι υλικό διαφορετικό από το γυαλί (Fassade der Zukunft , 2019), (Εικόνες 54 - 57).

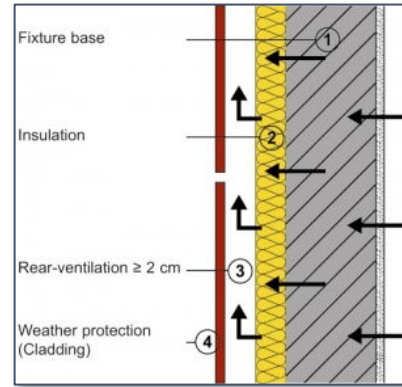
Αναλόγως με τις επιθυμίες του Αρχιτέκτονα και το ύφος που θέλει να προσδώσει στο κάθε κτίριο, το υλικό μπορεί να είναι μεταλλικά φύλλα, πρεσσαριστά φύλλα

αλουμινίου⁵, πλακίδια κεραμικά, πορσελάνης ή πήλινα, πάνελ από πολυμερές σκυρόδεμα, μαρμάρινες πλάκες, HPL κ.α.

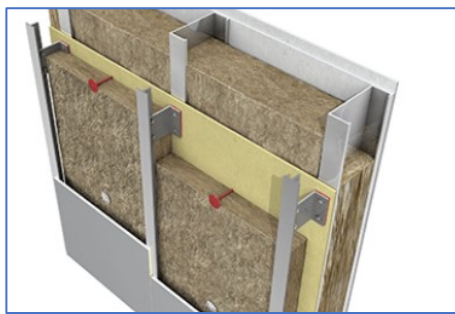
Η ανάρτηση των πιο πάνω υλικών γίνεται σε μεταλλικό σκελετό, συνήθως αλουμινίου, με ειδικά αγκύρια και το διάκενο έχει πλάτος από 5 - 11εκ.



Εικόνα 54. Τρόπος ανάρτησης του συστήματος, (Fassade der Zukunft , 2019)



Εικόνα 55. Τρόπος λειτουργίας (Fassade der Zukunft , 2019)



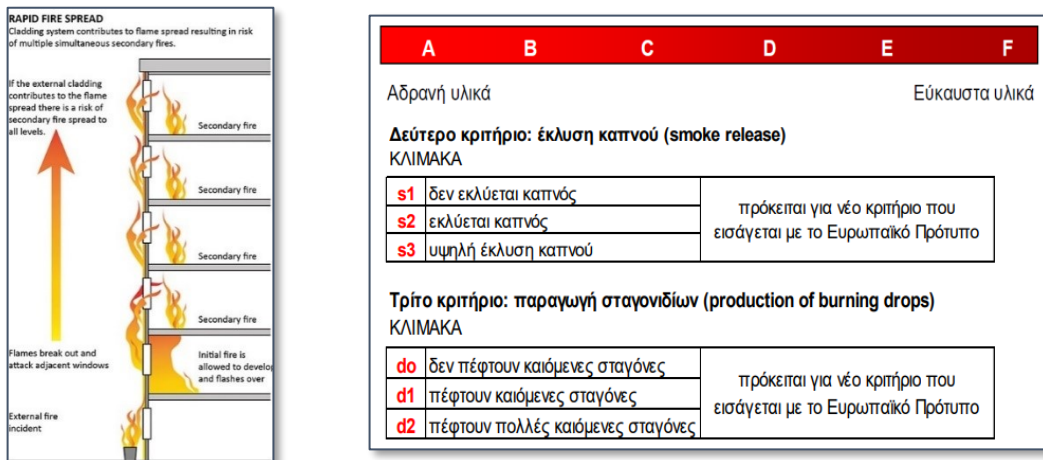
Εικόνα 56. Στρώμα θερμομόνωσης (Ventilated Façade Systems with light steel frame construction, Επίσκεψη: 2022) - Εικόνα 57. Ανάρτηση τελικής επιφάνειας (Iqbal, 2019)



Για λόγους προστασίας από τη φωτιά, λόγω της διάδοσης της φλόγας προς τα πάνω διαμέσου του διάκενου και του φαινομένου της καμινάδας, η εσωτερική επιφάνεια επενδύεται με μονωτικό υλικό με αυξημένο δείκτη πυραντίστασης, ενώ σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς το υλικό επένδυσης επιβάλλεται να ανήκει στις

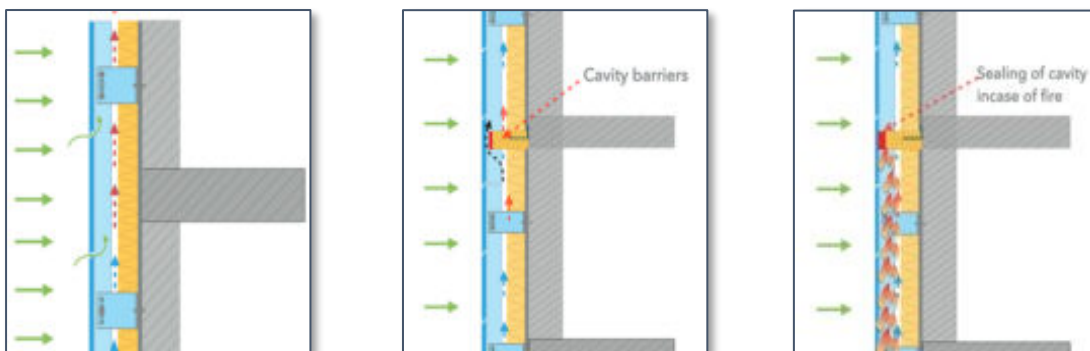
⁵ Το επονομαζόμενο BOND (Σύνθετο πάνελ αλουμινίου, Aluminium Composite Panel), ανακυκλούμενο υλικό, σε πολλές αποχρώσεις, με πάχος 4 mm, το οποίο αποτελείται από δύο φύλλα αλουμινίου πάχους 0.5mm και πυρήνα από μη τοξικό πολυαιθυλενίου πάχους 3mm. Το εξωτερικό φύλλο καλύπτεται με ειδική βαφή, ενώ το υλικό μπορεί να έχει και αυξημένους δείκτες πυραντίστασης.

κατηγορίες A1, A2 και B⁶ (Iqbal, 2019) (Προεδρικό διάταγμα 41/18 - Άρθρο, 2018), (Εικόνες 58 - 59).



Εικόνα 58. Μεταφορά φλόγας (Iqbal, 2019) -Εικόνα 59. Κατάταξη των υλικών για αντίδραση στη φωτιά, σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο (Προεδρικό διάταγμα 41/18 - Άρθρο, 2018)

Ένας άλλος τρόπος αναχαίτισης της φλόγας είναι το σύστημα να κατασκευάζεται με οριζόντιες φραγές (Walinjkar, Rainscreen Ventilated Façade, 2020), οι οποίες δημιουργούν διαμερισματοποιήσεις και πυροδιαμερίσματα στο διάκενο, περιορίζοντας και την ένταση της ροής του αέρα και της είσοδο νερού λόγω βροχής, (Εικόνα 60).



Εικόνα 60. Προστασία κυρίως κελύφους από βροχή (Walinjkar, Rainscreen Ventilated Façade, 2020)

⁶ Σύμφωνα με τον Νέο Κανονισμό Πυροπροστασίας Κτιρίων και την κατάταξη αυτών στο σύστημα Euroclass κατά EN 13501-1, οι κατηγορίες A1 & A2 χαρακτηρίζουν τα υλικά με τη μικρότερη συμβολή στην καύση, τα οποία πρακτικά αντιστοιχούν σε άκαυστα υλικά (ΠΔ41/2018). Η κατηγορία B περιλαμβάνει αναφλέξιμα υλικά, που συμβάλλουν στην ανάπτυξη φωτιάς, (Νέος Κανονισμός Πυροπροστασίας Κτιρίων, Ελληνικό Ινστιτούτο Πυροπροστασίας Κατασκευών, Μάιος 2018).



3.4.3. Πράσινες προσόψεις

Αναμφισβήτητα, το πράσινο προσέφερε πάντοτε προστασία στα οικιστικά σύνολα, είτε από τον άνεμο, φύτευση δεντροστοιχιών ως ανεμοφράκτες σε κλίματα με ισχυρούς ανέμους, είτε ως προστασία από τον ήλιο, σε κλίματα με έντονη ηλιοφάνεια.

Οι πράσινες προσόψεις ή αλλιώς «κάθετοι κήποι» αποτελούν την εξελικτική πορεία της δεντροφύτευσης της παραδοσιακής αυλής και την εισαγωγή της σε πιο ιδιωτικό και προσιτό χώρο, στην πρόσοψη.

Σχετικές έρευνες, έχουν δείξει, ότι η εφαρμογή μιας πράσινης πρόσοψης σε ένα κτίριο μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση έως και 9,5 - 18% της κατανάλωσης ενέργειας ψύξης σε εμπορικά κτήρια.

Παράλληλα βελτιώνει σημαντικά την ενεργειακή απόδοση και παράγει οικολογικά οφέλη για ένα πιο βιώσιμο αστικό περιβάλλον.

Αειθαλής βλάστηση, το χειμώνα μειώνει τη ροή του ανέμου στο κέλυφος του κτιρίου, οπότε και μειώνονται οι απώλειες από το εσωτερικό του, ενώ το καλοκαίρι, το πυκνό φύλλωμα, αποκλείει την άμεση ηλιακή ακτινοβολία και ειδικά την υπεριώδη, αποτρέπει φαινόμενα υπερθέρμανσης, βοηθά τον φυσικό αερισμό και τη σκίαση, άρα συμβάλει στη μείωση για ανάγκη ψύξης.

Έχει υπολογιστεί ότι με την τοποθέτηση πράσινων προσόψεων επιτυγχάνεται έως και 1,4°C μείωση της θερμοκρασίας το καλοκαίρι και 3,8°C αύξηση της θερμοκρασίας το χειμώνα, (Chaudhary, 2021), αλλά και μείωση του εξωτερικού θορύβου κατά 5 dB (Souza, Creating Vertical Gardens and Green Facades with Steel Cables, 2020).

Η κατασκευή είναι σχετικά απλή. Σε απόσταση 5εκ έως 20εκ. από την κυρίως πρόσοψη, δημιουργείται ένα πλέγμα από γαλβανισμένο μέταλλο ή ακόμα και από συρματόσχοινα, ενώ σε διάφορα σημεία της κατασκευής αναρτώνται ανθώνες, μέσα στους οποίους γίνονται οι φυτεύσεις. Τα φυτά αναπτύσσονται και αναρριχόμενα στο μεταλλικό πλέγμα καλύπτουν την πρόσοψη. Το κενό αφήνεται για την ελεύθερη ανάπτυξη των φυτών και για την αποτροπή να εισχωρήσουν ρίζες στο κέλυφος.

Ο κάθετος κήπος συμβάλλει στον περιορισμό και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, ενώ με την εναλλαγή χρωματισμών, κατά τη διάρκεια των εποχών, συμμετέχει στην πρόκληση αισθήματος ευφορίας στους χρήστες, (Εικόνες 61 - 65).



Εικόνα 61.



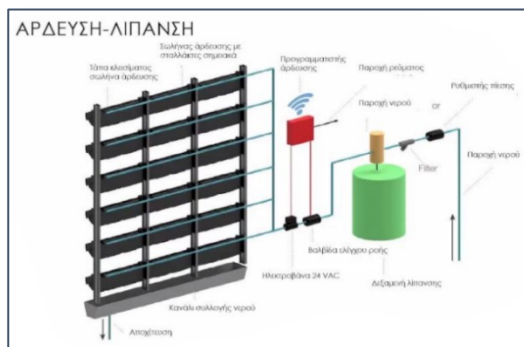
Εικόνα 62.



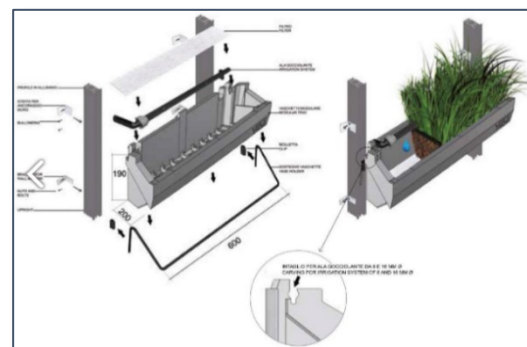
Εικόνα 63.

Φυτεμένες προσόψεις (Souza, How Do Double-Skin Façades Work?, 2019)

Εναλλακτικός τρόπος για τη δημιουργία πράσινης πρόσοψης, είναι η τοποθέτηση των ανθώνων σε κάνναβο, με τη δημιουργία ενός πιο οργανωμένου και με εύκολη συντήρηση κάθετου κήπου (landcogroup, Επίσκεψη: 2022).



Εικόνα 64. Συστήματα κάθετων κήπων



Εικόνα 65 Συστήματα κάθετων κήπων

3.4.4. Έξυπνες προσόψεις: Βιομιμισμό

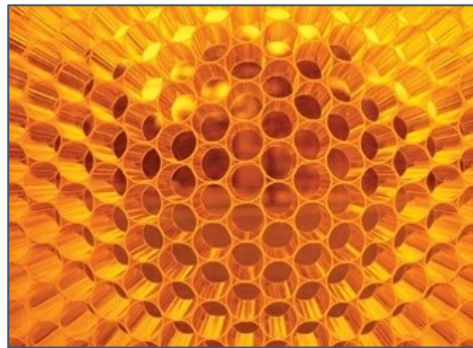
Μια ακόμα από τις τάσεις που εφαρμόζονται στη διαμόρφωση των όψεων ενός κτιρίου είναι και ο βιομιμισμό⁷ (Ριζοπούλου, Χειμώνα, Κούκου, & Γκίκας, 2022), η

⁷ Βιομιμισμό, Biomimicry, ρεύμα επιστημονικής σκέψης, όπου η επιστήμη καινοτομεί εμπνευσμένη από τη φύση. Η Jaime M. Benyus εμβαθύνει στο βιβλίο της Biomimicry τις στρατηγικές που αποκτά η βιομιμητική από την ανάλυση της λειτουργίας της φύσης:

- Χρησιμοποιήστε την ηλιακή ενέργεια ως πηγή ενέργειας.
- Καταναλώστε μόνο την ενέργεια που χρειάζεστε.
- Προσαρμόστε τη φόρμα στη λειτουργία.
- Ανακυκλώστε τα πάντα όπως οι κύκλοι της ύλης.

μίμηση δηλαδή της φύσης και η εφαρμογή στοιχείων της στο σχεδιασμό. Η έμπνευση μπορεί να αντληθεί από οπουδήποτε κι έτσι οι αρχιτέκτονες έχουν δημιουργήσει σχέδια εμπνευσμένα από το ανθρώπινο δέρμα, την κηρήθρα και τους ζωντανούς οργανισμούς, βασιζόμενα σε παραμέτρους όπως ο άνεμος (διεύθυνση και ταχύτητα), η ηλιακή ακτινοβολία, η σκίαση, η υγρασία και η θερμική και οπτική άνεση των χρηστών (Εικόνα 66 - 67).

Με τη βοήθεια εξειδικευμένου λογισμικού, οι Αρχιτέκτονες μετατρέπουν την ανάλυση δεδομένων από τη βιολογία σε τεχνολογία και ενσωματώνουν στοιχεία της φύσης στο σχεδιασμό τους.



Εικόνα 66. Βιομιμισμός, η κηρήθρα ως έμπνευση, (Khurana, Smart Facades: Biomimicry & Biomimetic Facades, 2020)



Εικόνα 67. Βιομιμισμός η κηρήθρα ως έμπνευση, (Charest , 2022)

-
- Επιβράβευση της συνεργασίας μεταξύ ατόμων.
 - Βασιστείτε στην ποικιλομορφία των πολιτισμών και των ειδών.
 - Ζήτηση τοπικής τεχνολογίας.
 - Περιορίζοντας τις υπερβολές μέσα από το σύστημα.
 - Επωφεληθείτε από τους περιορισμούς.
-

3.4.5. Εφαρμογή εφελκυσμένων μεμβρανών

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται, η επόμενη γενιά των εξωτερικών επενδύσεων φαίνεται πως βρίσκεται στην εφαρμογή εφελκυσμένων μεμβρανών.

Με τη βοήθεια υπολογιστών, αυτές οι μεμβράνες, διάτρητες ή μη, μπορούν να καλύψουν οποιοδήποτε σχήμα και μορφή κτιρίου, ενώ η χρήση τους θα συμβάλει στη βιωσιμότητα του.

Μελλοντικά το πιο πάνω σύστημα θα μπορεί να ενσωματώσει ακόμα και αυτόματους αισθητήρες λειτουργίας των παραθύρων που θα ανταποκρίνονται στη θερμοκρασία και στα επίπεδα διοξειδίου του άνθρακα (CO_2), καθώς ακόμα και ηλεκτροκίνητες περσίδες σκίασης που θα συνδέονται με την κατεύθυνση του ήλιου για ελεγχόμενο ηλιακό κέρδος, (Εικόνες 68 - 71).



Εικόνα 68. - Εικόνα 69. Προσόψεις με επένδυση εφελκυσμένης μεμβράνης (Madappallath, Tensile Farbric shall play an important role in facades of the future, 2019)



Εικόνα 70. - Εικόνα 71. Προσόψεις με επένδυση εφελκυσμένης μεμβράνης (Tensile fabric , Επίσκεψη: 2022)

3.4.6. Προσόψεις συλλογής ενέργειας

Με βασικό παράγοντα το τοπικό κλίμα μιας περιοχής, ο σχεδιασμός έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει κτίρια τα οποία να χρειάζονται λιγότερη ενέργεια για την κατασκευή και τη λειτουργία τους. Και αν η ανάγκη για ψύξη και θέρμανση είναι μειωμένη, τότε και η ζήτηση ελαττώνεται.

Ειδικά υλικά μπορούν, με την εφαρμογή τους επί των προσόψεων, να συλλέξουν την επιπλέον ακτινοβολία, μετατρέποντάς την σε ωφέλιμη.

Η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων επί της πρόσοψης ενός κτιρίου (Bratislav Svetozarevic, και συν., 2016) είναι μια τέτοια πρόταση, (Εικόνες 72 - 74).

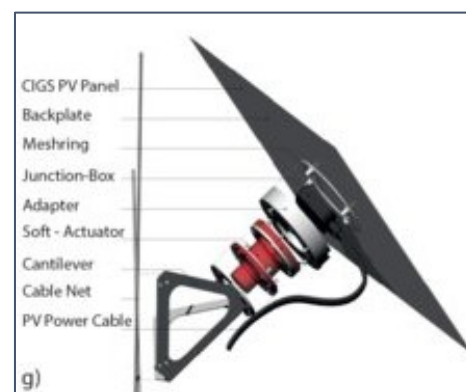
Η καλύτερη θέση δεν παύει να είναι η οροφή, όπου οι ηλιακές ακτίνες πέφτουν σχεδόν κάθετα στα πλαίσια. Ο χώρος όμως αυτός περιορίζεται καθώς καταναλώνεται από τις υπόλοιπες υπηρεσίες.



Εικόνα 72. Φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη (Bratislav Svetozarevic, και συν., 2016)



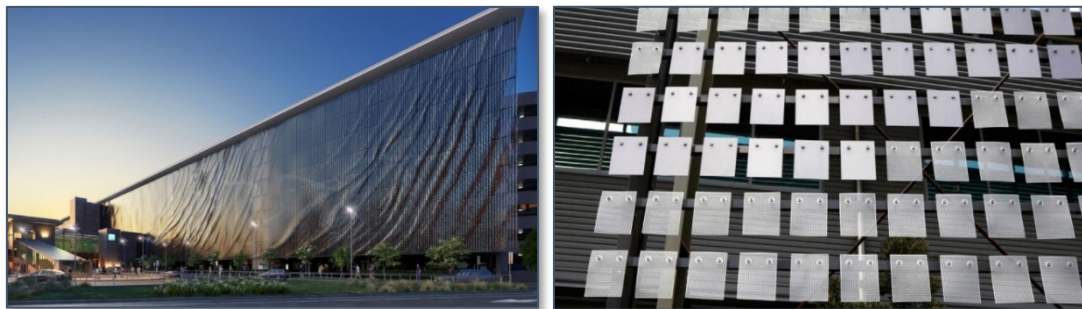
Εικόνα 73.
Φωτοβολταϊκά σε πρόσοψη (Bratislav Svetozarevic, και συν., 2016)



Εικόνα 74.

Η συλλογή επίσης αιολικής ενέργειας, μπορεί να αλλάξει κλίμακα και σύστημα συλλογής. Από τις τεράστιες ανεμογεννήτριες σε ελεύθερες εκτάσεις γης ή ακόμα και αυτές τις μικρές που μπορούν να τοποθετηθούν στις οροφές κτιρίων, όμως ενοχλούν με το θόρυβο που προκαλούν, η μονάδα συλλογής μπορεί να μετατραπεί σε σύστημα με ειδικά πλαίσια, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στις όψεις ενός κτιρίου.

Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα του χώρου στάθμευσης του αεροδρομίου του Μπρίσμπεϊν (Ar. Rohin Sher, 2019), (Εικόνες 75 - 76) όπου στις εξωτερικές προσόψεις του οκταώροφου κτιρίου αναρτήθηκαν 118.000 πάνελ αλουμινίου, τα οποία ενεργοποιούνται με τον άνεμο ή ακόμα και η πρόσοψη του Μουσείου Randall, (Εικόνα 77), η οποία μετατράπηκε σε γλυπτό που ενεργοποιείται από τον άνεμο και κινείται.



Εικόνα 75. - Εικόνα 76. Αεροδρόμιο Μπρίσμπεϊν-Συλλογή αιολικής ενέργειας (Ar. Rohin Sher, 2019)



Εικόνα 77. Randall Μουσείο- Συλλογή αιολικής ενέργειας (Ar. Rohin Sher, 2019)

3.4.7. Προσόψεις καθαρισμού της ατμόσφαιρας

Πρωτότυπα υλικά, που συμβάλουν στον καθαρισμό της ατμόσφαιρας, ήδη έχουν ξεκινήσει να εφαρμόζονται σε προσόψεις κτιρίων.

Μπορεί να μην αποτελούν διπλό κέλυφος, είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος όμως για συνεισφορά στην αειφορία και τη βιωσιμότητα, (Εικόνα 78).

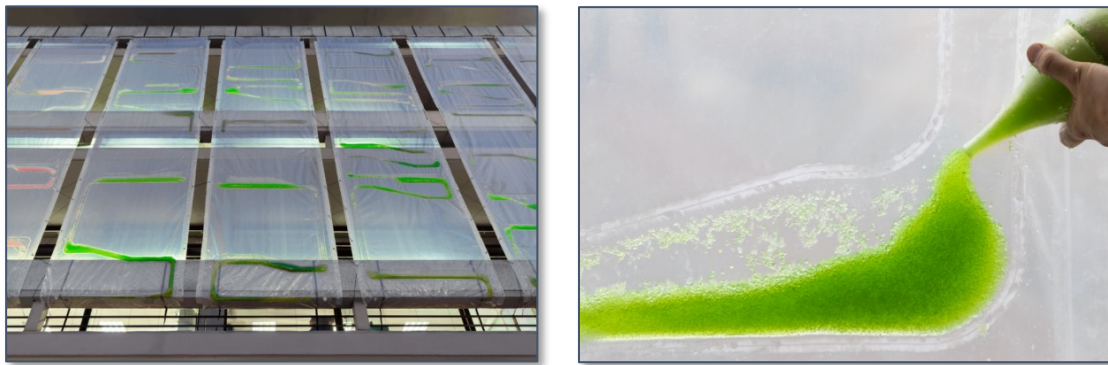
Νανοσωματίδια διοξειδίου του τιτανίου, ψεκάζονται στα στοιχεία του εξωτερικού κελύφους και καθώς οι υπεριώδεις ακτίνες πέφτουν πάνω στην επιφάνεια τους, πυροδοτούνται χημικές διεργασίες που διαλύουν τη βρωμιά και μετατρέπουν ρύπους όπως το διοξείδιο του αζώτου σε μη τοξικά μέταλλα και υδρατμούς. Ο καθαρισμός της ατμόσφαιρας αντιστοιχεί με την απομάκρυνση από την κυκλοφορία 2000 αυτοκινήτων για ένα χρόνο ή με την φύτευση 500 δέντρων (Ar. Rohin Sher, 2019).



Εικόνα 78. Παράδειγμα ουρανοξύστη, με την εφαρμογή υλικών στην πρόσοψη, για καθαρισμό της ατμόσφαιρας, (Ar. Rohin Sher, 2019)

Παρόμοια λειτουργία διενεργεί και η «ζωντανή κουρτίνα» από άλγη, η οποία μέσω της διεργασίας της φωτοσύνθεσης έχει σαν σκοπό τον καθαρισμό της ατμόσφαιρας.

Το υλικό αυτό προωθείται από το αρχιτεκτονικό γραφείο «EcoLogicStudio», με έδρα το Λονδίνο (ecoLogicStudio, 2018), (Εικόνες 79 - 80).



Εικόνα 79. - Εικόνα 80. Κτίριο στο Δουβλίνο, Χρήση ζωντανής κουρτίνας με άλγη (ecoLogicStudio, 2018)

Το κάθε τεμάχιο έχει διάσταση 2μ.χ 7μ., είναι κατασκευασμένο από βιοπλαστικό και αξιοποιεί το ηλιακό φως για την καλλιέργεια των φυκιών, τα οποία το βράδυ φωτίζονται.

3.5. Ποιοτικός προσδιορισμός θετικών και αρνητικών επιπτώσεων από την εφαρμογή του συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης

Το σύστημα της διπλής αεριζόμενης πρόσοψης στηρίζει τη λειτουργία του στην εκμετάλλευση του φυσικού αερισμού και στο φαινόμενο της καμινάδας.

Αποτελεί μια από τις μεθόδους της εφαρμογής παθητικών συστημάτων βιοκλιματικού σχεδιασμού στα κτίρια.

Δύναται να εξασφαλίσει καλή ποιότητα αέρα, ενώ παράλληλα αποτελεί και καλό ρυθμιστή για την επίτευξη της θερμικής άνεσης των χρηστών, συμβάλλοντας στην ελαχιστοποίηση της χρήσης μηχανημάτων ψύξης-θέρμανσης, άρα και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Με την εφαρμογή του συστήματος, μειώνονται οι θερμικές γέφυρες του κελύφους, λόγω της ολικής εξωτερικής θερμομόνωσης του κελύφους, συμβάλλοντας στη μείωση των φορτίων ψύξης και θέρμανσης κατά έως και 30%.

Εκτός λοιπόν από το οικονομικό όφελος των χρηστών, λόγω μείωσης της χρήσης ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση, μακροπρόθεσμα η συμβολή του αποκτά μεγάλη σημασία για τη διαμόρφωση της ποιότητας του εσωκλίματος του κτιρίου και



αποτροπή δημιουργίας της κατάστασης ενός «άρρωστου κτιρίου»⁸ (Καλοκαιρινού, Έλλη Α., 2012)».

Η εφαρμογή ενός συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης, συμβάλει επίσης στην αποτροπή συσσώρευσης υγρασίας, μιας και με τη συνεχή κίνηση αέρα στο διάκενο, τα συμπυκνώματα διασκορπίζονται, αποτρέποντας τη δημιουργία μούχλας.

Συντελεί επίσης στην ηχομόνωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, μιας και τόσο ο πετροβάμβακας, όσο και το διάκενο, παίζουν ηχοαπορροφητικό ρόλο, μειώνοντας τον εξωτερικό θόρυβο κατά 10 - 20%.

Σε αντίθεση με τα οφέλη στην υγεία των χρηστών, το αντίκτυπο του συστήματος από την εμπεριεχόμενη ενέργεια των υλικών που το αποτελούν είναι αξιοσημείωτο.

Με γνώμονα την αρχή ότι η εμπεριεχόμενη ενέργεια ενός υλικού, (η χρησιμοποιούμενη ενέργεια δηλαδή που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας μάζας του υλικού και περιλαμβάνει την ενέργεια για κάθε μια από τις διεργασίες από την εξόρυξη των πρώτων υλών μέχρι και την τελική τοποθέτηση του υλικού στο κτίριο), είναι τόσο πιο μικρή, όσο πιο κοντά στη φυσική του κατάσταση βρίσκεται το υλικό αυτό, όσο δηλαδή πιο απλή είναι η διαδικασία παραγωγής του, στην περίπτωση της διπλής αεριζόμενης πρόσοψης, γίνεται αντιληπτή η σημαντική επιβάρυνση στην κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας, ειδικά για τα υλικά του συστήματος που διερευνάται στην παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία και τα οποία είναι: ο πετροβάμβακας, τα στηρίγματα αλουμινίου και τα σύνθετα πάνελ αλουμινίου.

⁸ Ο όρος «άρρωστου κτίριο» δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1970, προκειμένου να περιγράψει την κακή ποιότητα εσωτερικού αέρα που προέκυψε από την αεροστεγάνωση του κελύφους του κτιρίου, υπό το φόβο της τότε επερχόμενης ενεργειακής κρίσης και την προσπάθεια για ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών από τα δομικά στοιχεία του κελύφους και τις χαραμάδες.

Ο εσωτερικός αέρας έπαψε να ανανεώνεται και σε συνδυασμό με τις ρυπογόνες ουσίες, ως συστατικά των δομικών υλικών, επήλθε τελικά η υποβάθμισή του, με επιπτώσεις στην υγεία μεγάλου ποσοστού χρηστών, όπως: πονοκέφαλο, βήχα, δύσπνοια, άσθμα, εξάντληση και δυσκολία συγκέντρωσης, λήθαργο, ερεθισμό-φλεγμονή ή μόλυνση στα μάτια, στο λαιμό στο φάρυγγα στη μύτη, εκδήλωση αλλεργιών, εξανθημάτων και φαγούρας στο δέρμα.



Ο πετροβάμβακας παρασκευάζεται από μείγμα ορυκτογενών πετρωμάτων άφθονων στη φύση, (βασάλτη, αντιβασάλτη, διαβάση, αμφιβολίτη, ασβεστόλιθο, δολομίτη και βωξίτη). Το μείγμα θερμαίνεται και λιώνει σε ηλεκτρικό φούρνο. Στη συνέχεια, με φυγοκέντριση, διαμορφώνεται η τελική ινώδης μορφή. Με την προσθήκη συνθετικής φαινολικής ρητίνης και σιλικονέλαιου επιτυγχάνεται η συγκόλληση των ινών μεταξύ τους.

Στο εμπόριο πωλείται είτε ως πάπλωμα με ή χωρίς επένδυση, αλλά και σε πιο σκληρές πλάκες.

Η εμπεριεχομένη ενέργεια⁹ για τον πετροβάμβακα έχει εκτιμηθεί πως είναι 4.670kWh/t.

Αν γίνει αντιστοίχιση αυτής της ποσότητας με τον όγκο του υλικού που απαιτείται για να επενδυθεί εξωτερικά το κτίριο γίνεται αντιληπτό το μέγεθος της εμπεριεχόμενης ενέργειας του συνόλου του υλικού.

Ο πετροβάμβακας βέβαια, υπό ειδικές συνθήκες συλλογής, προσεκτική αφαίρεση ώστε να μη διασπαστούν οι ίνες, αλλά και προσωρινής αποθήκευσης για αποφυγή της απορρόφησης υγρασίας, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί, αν και είναι αμφίβολη η διατήρηση των ιδιοτήτων του ως θερμομονωτικό υλικό μετά από κάποιο χρονικό διάστημα.

Είναι υλικό ανακυκλώσιμο, αν καθαριστεί καλά από καρφιά, ξύλα και άλλα πρόσμικτα και η υγρασία του δεν ξεπερνά ένα συγκεκριμένο ποσοστό.

Τα στηρίγματα του συστήματος είναι από κράμα αλουμινίου.

Το πρωτόχυτο αλουμίνιο παράγεται με την ηλεκτρόλυση της αλουμίνας (οξειδίο του αλουμινίου) η οποία εξάγεται από το βωξίτη. Το αλουμίνιο είναι από τα υλικά τα οποία χυτεύονται σε καλούπια ώστε να πάρει την τελική μορφή του.

Είναι πλήρως ανακυκλώσιμο υλικό, ενώ έχει εκτιμηθεί πως η εμπεριεχόμενη ενέργειά του είναι 72.500kWh/t.

⁹ Τα υλικά αναφορικά με την εμπεριεχόμενη ενέργεια χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες που είναι οι εξής:

- Χαμηλής εμπεριεχόμενης ενέργειας $E < 1\text{kWh/kg}$
- Μεσαίας εμπεριεχόμενης ενέργειας $1\text{kWh/kg} < E < 10\text{kWh/kg}$
- Υψηλής εμπεριεχόμενης ενέργειας $E > 10\text{kWh/kg}$



Τα σύνθετα πάνελ αποτελούν μία εφαρμογή επιφανειακά επεξεργασμένων φύλλων αλουμινίου, τα οποία κολλιούνται πάνω σε πυρήνα από πολυαιθυλένιο ή ελαφρύ ορυκτό πυρήνα.

Σε κάθε περίπτωση το αλουμίνιο μπορεί να δεχτεί επιφανειακή βαφή, ηλεκτροστατική η οποία στη συνέχεια στερεοποιείται με την επίδραση θερμότητας, προκειμένου να ρεύσει και να σχηματίσει «κρούστα».

Αναφορικά με την ανακύκλωση των σύνθετων πάνελ, ακολουθείται ειδική επεξεργασία αποχωρισμού των στρώσεων σε ειδικό μηχάνημα, αποξηλωτή.

Τα αποχωρισμένα πια φύλλα τεμαχίζονται ή θρυμματίζονται, γίνεται ο διαχωρισμός του κλάσματος πολυμερών και του κλάσματος αλουμινίου και το καθαρό αλουμίνιο με ανάτξη ή εξευγενισμό διαχωρίζεται για να γίνει ακολουθήσει παραγωγή νέων ελασμάτων ή χυτών προϊόντων.

Ενδείξεις για τον υπολογισμό της εμπεριεχόμενης ενέργειας των σύνθετων πάνελ δεν υπάρχουν, έχει υπολογιστεί όμως ότι για την ανακύκλωση του υλικού απαιτείται μόλις 5% της ενέργειας που χρειάζεται για πρωτογενή παραγωγή.

Παρόλα αυτά, η εφαρμογή ενός συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης αποτελεί μια τεχνική η οποία απαιτεί περιορισμένη συντήρηση και περιοδικό καθαρισμό.

3.6. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εφαρμογής του συστήματος της αεριζόμενης πρόσοψης έναντι άλλων μεθόδων σε υφιστάμενα κτίρια

Το σύστημα των διπλών αεριζόμενων προσόψεων αποτελεί μια μέθοδος, η οποία, τα τελευταία χρόνια, κερδίζει όλο και παραπάνω έδαφος, μιας και πρόκειται για σύστημα το οποίο μπορεί να εφαρμοστεί σε σύντομο σχετικά διάστημα ακόμα και σε υφιστάμενα κτίρια, ενεργοβόρα, λόγω ελλιπούς ή καθόλου θερμομόνωσης, με απώτερο σκοπό την θωράκιση του εξωτερικού κελύφους τους από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τελικά την ενεργειακής τους αναβάθμισης.

Πρόκειται για σύστημα το οποίο χαρακτηρίζεται από απλότητα στην εγκατάσταση, με σύντομο σχετικά χρόνο τοποθέτησης και με ευελιξία στο σχεδιασμό και στην επιλογή τελικών υλικών επένδυσης.

Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προετοιμασία της επιφάνειας, όπως εξομάλυνση ή εφαρμογή στόκου, πάρα μόνο περιποίηση και σφράγισμα μεγάλων ρωγμών και



απαλλαγή από μούχλα και μύκητες. Προστατεύει από βροχή, αέρα και υπερθέρμανση το υφιστάμενο κέλυφος, προσφέρει ηχομόνωση και φυσικό δροσισμό εξασφαλίζοντας τις συνθήκες άνεσης των χρηστών, ενώ έχει μεγάλη διάρκεια ζωής η οποία εκτιμάται ότι είναι μεγαλύτερη των 25 ετών.

Δεν παύει όμως να είναι ένα σύνολο από μη φυσικά υλικά, με σημαντική εμπεριεχόμενη ενέργεια και ψυχρό αποτέλεσμα στις πλείστες των περιπτώσεων.

Στην Ελλάδα, ως σχετικά νέα τεχνική, αντιμετωπίζονται συχνά περιορισμοί λόγω νομοθετικών πλαισίων (Καραχάλιου, 2010), ειδικά σε υφιστάμενα κτίρια, λόγω του χώρου που καταναλώνει για την ανάρτησή του.

Ειδικά σε διατηρητέα κτίρια η χρήση του θεωρείται απαγορευτική γιατί αλλοιώνει τον ιδιαίτερο χαρακτήρα του κτίσματος.

Σημαντικά θέματα τίθενται επίσης για την πυροπροστασία που μπορεί να προσφέρει το σύστημα, ειδικά σε πολυώροφα κτίρια, μιας και με το απαιτούμενο διάκενο εξαερισμού και το φαινόμενο της καμινάδας, γίνεται πιο εύκολη και η μετάδοση της φωτιάς.

Άξιο αναφοράς είναι και το μεγάλο κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των υλικών και των εξαρτημάτων.

Τέλος δεν θα πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός ότι η τελική εξωτερική επιφάνεια αντανακλά ενοχλητικά το ηλιακό φως στον περίγυρό της, ενώ καθώς δέχεται όλη την ηλιακή ακτινοβολία, είναι αυτή που τελικά υπερθερμαίνεται και ακτινοβολεί τη συσσωρευμένη θερμότητα προς το περιβάλλον.

Στην Κύπρο αντιθέτως, παρατηρείται ότι το υλικό χρησιμοποιείται σε αρκετά μεγάλο βαθμό, με τις όψεις νέων κτιρίων να επενδύονται πλήρως ή τμηματικά, (Εικόνες 81 - 82).



Εικόνα 81. Κτίριο γραφείων PROTOPAPAS MGO, επί της Σπύρου Κυπριανού, Λεμεσός (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Εικόνα 82. Κτίριο γραφείων «THE OVAL», Λεμεσός (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)

3. Μελέτες περιπτώσεων – Δυο νέα κτίρια στην πόλη της Λεμεσού

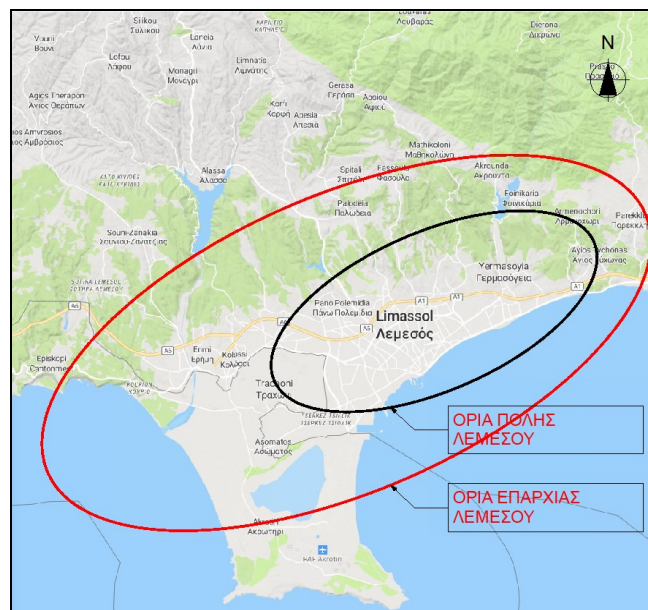
3.1. Η πόλη της Λεμεσού

Τα κτίρια που θα μελετηθούν στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία βρίσκονται στην πόλη της Λεμεσού.

3.1.1. Γενικά στοιχεία – Ιστορία- Γεωγραφικά και πολεοδομικά στοιχεία

Πρόκειται για τη δεύτερη μεγαλύτερη πόλη της Κύπρου, η οποία βρίσκεται στα νότια του νησιού σε γεωγραφικό πλάτος $34^{\circ} 42' 31''$ N και μήκος $033^{\circ} 01' 28''$ E.

Η πόλη είναι χτισμένη αμφιθεατρικά, σε μέσο υψόμετρο 20μ., πάνω από τον Κόλπο Ακρωτηρίου, μεταξύ δύο αρχαίων πόλεων: της Αμαθούντας ανατολικά, και του Κουρίου δυτικά, ενώ ο οικισμός Αγία Φύλα στα βόρεια, φτάνει τα 100μ. πάνω από τη θάλασσα, (Χάρτης 1).



Χάρτης 1. Όρια της πόλης της Λεμεσού (scribblemaps, Επίσκεψη: 2022)

Με 237.000 κατοίκους, η Λεμεσός αποτελεί το μεγαλύτερο λιμάνι του νησιού κι ένα από το σημαντικότερα της ανατολικής Μεσογείου, γνωρίζοντας μεγάλη οικονομική ανάπτυξη μετά το 1974, όπου λόγω της τούρκικης εισβολής χάθηκε το λιμάνι της Αμμοχώστου.



Πολυπαθής ο τόπος και ο πληθυσμός, έχει αλλάξει κατακτητές διαφόρων εθνικοτήτων, οι οποίοι έχουν αφήσει τη σφραγίδα τους.

Τα τελευταία χρόνια αποτελεί πόλο έλξης τόσο ως τουριστικός προορισμός, όσο και ξένων επενδυτών για μόνιμη κατοικία και εργασία.

Η πόλη έχει αλλάξει μορφή, ξεφεύγοντας από την παραδοσιακή της όψη. Η διαμόρφωση της παραλίας και η κατασκευή πολυώροφων κτιρίων, ουρανοξυστών αποτελούν πλέον κάποια από τα χαρακτηριστικά της πόλης.

3.1.2. Γεωμορφολογία

Το γεωμορφολογικό ανάγλυφο παρουσιάζει εναλλαγή τοπίου, πετρωμάτων και σύστασης εδαφών.

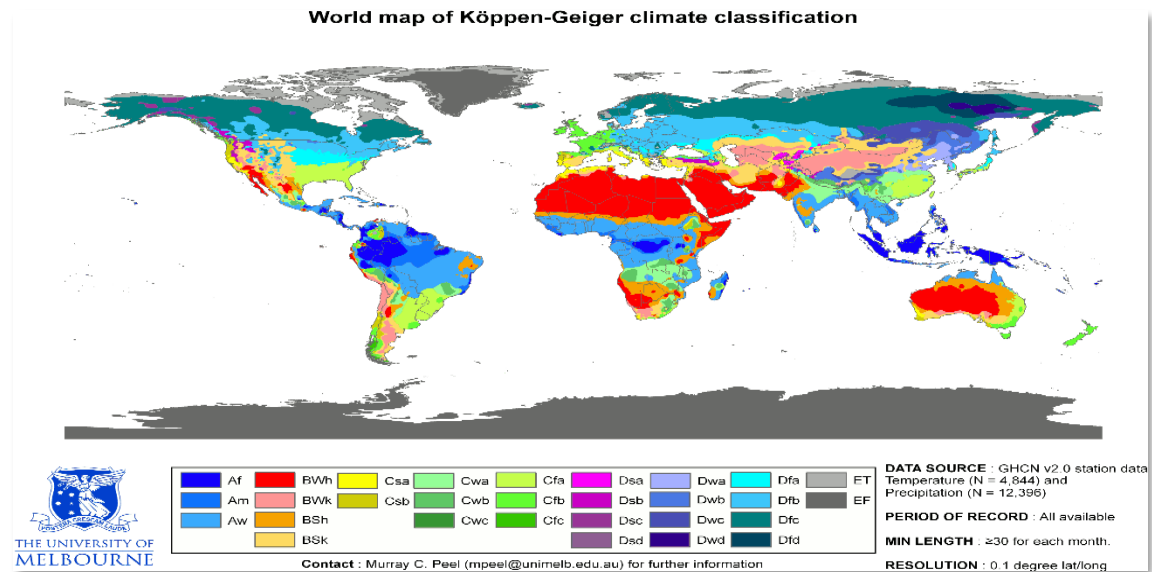
Συγκεκριμένα στην περιοχή της Λεμεσού κυριαρχούν οι πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις της Ολόκαινης γεωλογικής περιόδου, ενώ στα βόρεια και βορειοδυτικά της Αγίας Φύλας απαντώνται οι αποθέσεις του σχηματισμού Πάχνας (ψαμμίτες, κρητίδες και μάργες)¹⁰.

3.1.3. Κλίμα

Το κλίμα ενός τόπου αποτελεί συνδυασμό παραγόντων όπως η γεωγραφική θέση, η μορφολογία του εδάφους και τα μετεωρολογικά φαινόμενα, με βασικές παραμέτρους τη θερμοκρασία του αέρα, την ηλιακή ακτινοβολία, τους ανέμους και τη σχετική υγρασία (Εγκυκλοπαίδεια). Το 1918, ο Vladimir Köppen, ορίζει πέντε κατηγορίες γενικών κλιματικών τύπων, (Χάρτης 2), με βάση τις φυτικές διαπλάσεις της γης: ισημερινός και τροπικό δάσος, σαβάνα και στέπα, έρημος, δάση κωνοφόρων και φυλλοβόλων και τούντρα (geo.auth.gr, Επίσκεψη: 2022). Χρησιμοποιώντας τα κεφαλαία γράμματα του αγγλικού αλφάβητου Α,Β,С, D και Ε, προσδιόρισε τα θερμοκρασιακά και βροχομετρικά χαρακτηριστικά των κλιματικών τύπων¹¹.

¹⁰ <http://www.polignosi.com/cgi-bin/hweb?-A=13105&-V=limmata>

¹¹ Το Α εκφράζει κλίματα Τροπικού Δάσους, το Β αντιπροσωπεύει γενικά ξηρά κλίματα, με υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες, το С εκφράζει τα θερμά εύκρατα βροχερά κλίματα με ήπιους χειμώνες, το D αφορά στα ψυχρά κλίματα δάσους με έντονους χειμώνες, το Ε χαρακτηρίζει τα πολικά κλίματα, το Η αναφέρεται στα κλίματα των μεγάλων υψομέτρων ανεξάρτητα από το γεωγραφικό τους πλάτος.



Χάρτης 2. Ταξινόμηση κλίματος κατά Köppen, τύποι κλιμάτων
(meteorologiaenred, Επίσκεψη: 2022)

Η Κύπρος είναι ένα νησί το οποίο περιβάλλεται από την ανατολική Μεσόγειο θάλασσα και έχει μεσογειακό κλίμα, με κύρια χαρακτηριστικά ζεστό ξηρό καλοκαίρι από τα μέσα του Μάη ως τα μέσα του Σεπτέμβρη, βροχερός αλλά ήπιος χειμώνας από τα μέσα του Νοέμβρη ως τα μέσα του Μάρτη, ενώ υπάρχουν και οι δύο ενδιάμεσες μεταβατικές εποχές, άνοιξη και φθινόπωρο. Έτσι σύμφωνα με την κλιματική ταξινόμηση κατά Köppen παρουσιάζει κλίμα κατηγορίας Csa και BSh (wikipedia, Κλίμα της Κύπρου κατά Köppen, Επίσκεψη: 2022).

Αιτία για τη δημιουργία τοπικών φαινομένων αποτελούν αρχικά η οροσειρά του Τροόδους και σε μικρότερο βαθμό η οροσειρά του Πενταδακτύλου, οι οποίες παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των μετεωρολογικών συνθηκών στις διάφορες περιοχές του νησιού.

Η παρουσία της θάλασσας που περιβάλλει το νησί αποτελεί επίσης αιτία δημιουργίας τοπικών φαινομένων στις παράλιες περιοχές.

Οι χιονοπτώσεις σπανίζουν. Υπάρχουν όμως μεγάλες περιοχές εκτεθειμένες στους ανέμους που επηρεάζουν την ανατολική Μεσόγειο κι έχουν κατεύθυνση από νοτιοδυτικά προς ανατολικά το χειμώνα, δυτικά προς βορειοανατολικά την άνοιξη και το φθινόπωρο και δυτικά προς βόρεια το καλοκαίρι.

3.1.4. Θερμοκρασία Αέρα

Στις διάφορες περιοχές του νησιού παρατηρούνται θερμοκρασιακές διαφοροποιήσεις αναλόγως του υψομέτρου, αλλά και της θάλασσας, με ελάττωση της θερμοκρασίας κατά 5°C κάθε 1.000μ υψομέτρου.

Έτσι στα δυτικά παράλια τα καλοκαίρια είναι πιο δροσερά, ενώ στο εσωτερικό του Νησιού, σημειώνονται μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές ανάμεσα σε μέρα και νύχτα, ειδικά το καλοκαίρι.

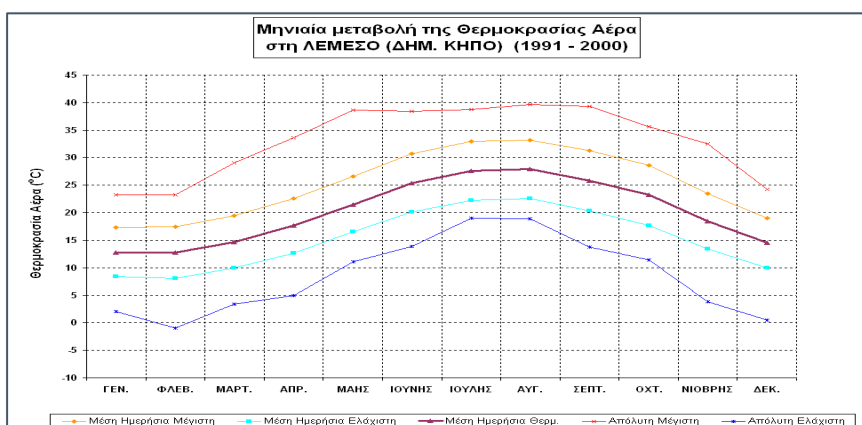
Το χειμώνα οι διαφορές αυτές είναι της τάξεως των 8° - 10°C στα πεδινά και 5° - 6°C στα παράλια, τους καλοκαιρινούς μήνες οι τιμές αυτές αυξάνονται κατά 16°C στην κεντρική πεδιάδα και 9° - 12°C στις υπόλοιπες περιοχές

Αξιοσημείωτο είναι το ετήσιο εύρος της θερμοκρασίας αέρα, με τιμές να φτάνουν τους 18°C στο εσωτερικό και 14°C στα παράλια.

Ειδικότερα, για την περιοχή της Λεμεσού και σύμφωνα με στοιχεία της Μετεωρολογικής Υπηρεσίας, ισχύουν όσα παρουσιάζονται στις Εικόνες 83 - 84.

Λεμεσός Μηνιαίες θερμοκρασίες 1881 - 2018												
	Ιανουαρίου	Φεβρουαρίου	Μάρτιος	Απριλίου	Μάιος	Ιουνίου	Ιουλίου	Αυγούστου	Σεπτεμβρίου	Οκτωβρίου	Νοεμβρίου	Δεκεμβρίου
Ημέρα	19°C	18°C	20°C	22°C	25°C	27°C	30°C	30°C	29°C	27°C	24°C	20°C
Διανυκτέρευση	8°C	8°C	8°C	10°C	13°C	15°C	17°C	18°C	17°C	15°C	12°C	10°C

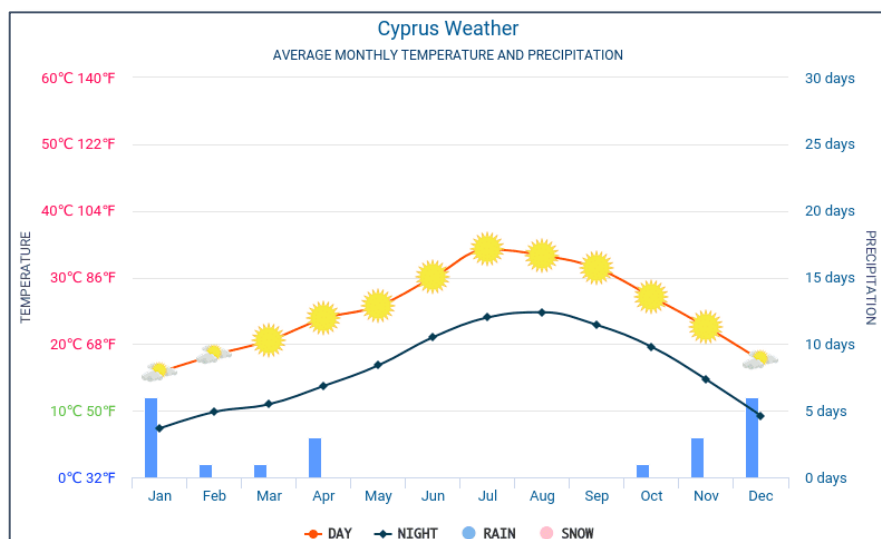
Εικόνα 83, Μηνιαίες θερμοκρασιακές μεταβολές Ημέρα - Νύχτα (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα, , Επίσκεψη: 2021)



Εικόνα 84. (Μηνιαία Μεταβολή της Θερμοκρασίας Αέρα, Λεμεσός, 1991-2000) (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Επίσκεψη: 2021)

3.1.5. Ηλιοφάνεια

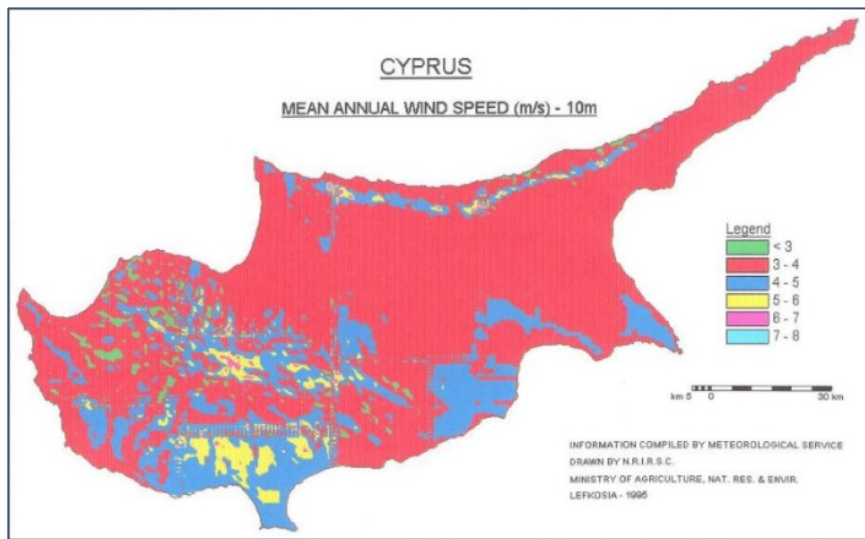
Αξιοσημείωτη είναι η μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας. Κατά τη καλοκαιρινή περίοδο διαρκεί 11,5ώρες/ημέρα, ενώ τον χειμώνα και για τους μήνες Δεκέμβριο και Ιανουάριο μειώνεται σε 5,5ώρες/ημέρα. (Εικόνα 85).



Εικόνα 85. (Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (μέρα νύχτα), μέση ετήσια βροχόπτωση (βροχή & χιόνι) και μέρες ηλιοφάνειας ανά μήνα, (Weather, Επίσκεψη: 2021)

3.1.6. Άνεμος

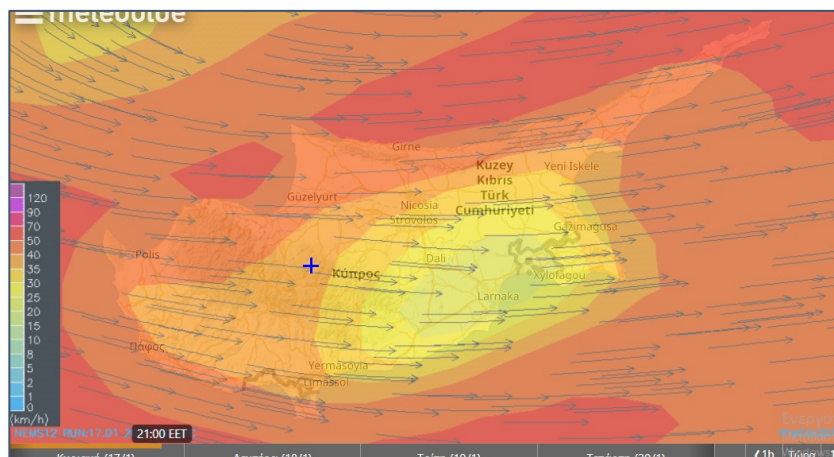
Οι άνεμοι που πνέουν στο νησί είναι δυτικοί ή νοτιοδυτικοί το χειμώνα και βόρειοι ή βορειοδυτικοί το καλοκαίρι., ενώ η ταχύτητά τους χαρακτηρίζεται ελαφριά έως μέτρια (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα, Επίσκεψη: 2021). Σε περιπτώσεις μεγάλης κακοκαιρίας, πνέουν ισχυροί άνεμοι μικρής διάρκειας και ταχύτητας 24 κόμβων και άνω. Οι πολύ ισχυροί άνεμοι (ταχύτητα ανέμου 34 κόμβοι και πάνω) είναι σπάνιοι και συμβαίνουν κυρίως στις προσήνεμες περιοχές όταν επηρεάζουν την Κύπρο συστήματα με πολύ χαμηλές πιέσεις, (Εικόνες 86 - 87).



Εικόνα 86. Μέση Ετήσια Ταχύτητα Ανέμου στην Κύπρο στα 10 μέτρα (m/s) (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα, Επίσκεψη: 2021)

Στις παραθαλάσσιες περιοχές, όπως η Λεμεσός, η θαλάσσια αύρα βοηθά στο νυχτερινό δροσισμό, όταν όμως δε μεσολαβεί το ψηλό κτιριακό μέτωπο της παραλιακής, που λειτουργεί ως φράχτης.

Δρόμοι επίσης, που δεν είναι συνεχόμενοι ως το παραλιακό μέτωπο, εντείνουν την πιο πάνω κατάσταση.



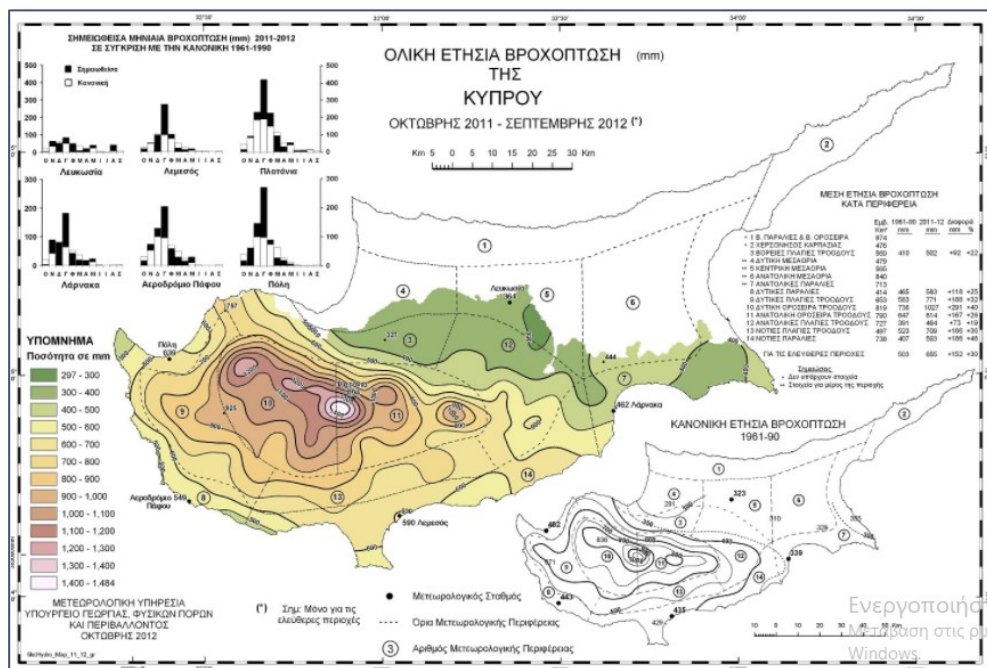
Εικόνα 87. Ένταση και φορά ανέμου (Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου, Κλιματολογικές πληροφορίες, Κλιματολογικοί χάρτες, Επίσκεψη: 2021)

Αναφορικά με τις περιοχές μελέτης, αυτές βρίσκονται σε μέρος της πόλης με σχετικά χαμηλά κτίρια ή άχτιστα οικόπεδα, τμήματα τα οποία λειτουργούν ως κανάλια διοχέτευσης του αέρα, κυρίως από δυτικά, χειμώνα - καλοκαίρι.

3.1.7. Βροχοπτώσεις

Στη διάρκεια του χειμώνα η Κύπρος επηρεάζεται από το συχνό πέρασμα μικρών υφέσεων και μετώπων που κινούνται στη Μεσόγειο με κατεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά (Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2014). Οι καιρικές αυτές διαταραχές διαρκούν συνήθως από μια μέχρι τρεις μέρες κάθε φορά και δίνουν τις μεγαλύτερες ποσότητες βροχής. Η συνολική μέση βροχόπτωση στους μήνες Δεκέμβρη, Γενάρη και Φλεβάρη αντιστοιχεί περίπου με το 60% της βροχόπτωσης του χρόνου ολόκληρου.

Οι περισσότερες βροχές πέφτουν στην περίοδο από το Νοέμβρη μέχρι το Μάρτη. Άνοιξη και φθινόπωρο οι βροχές έχουν κυρίως τοπικό χαρακτήρα. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο η βροχόπτωση είναι πολύ χαμηλή, με συνήθως τοπικό χαρακτήρα και πέφτει στις ορεινές περιοχές και στην κεντρική πεδιάδα κατά τις πρώτες απογευματινές ώρες, (Εικόνα 88).



Εικόνα 88. Ολική ετήσια βροχόπτωση, Κύπρος (Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, 2014)



3.1.8. Συνθήκες Ηλιασμού και Ηλιοπροστασίας

Σύμφωνα με τα διαγράμματα ηλιασμού¹², τις συντεταγμένες της περιοχής¹³ και τις κλιματολογικές συνθήκες, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες και σκαριφήματα τα συμπεράσματα που προκύπτουν.

Η εξέταση γίνεται για τις δυο δυσμενέστερες ημερομηνίες του έτους: 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου και για δυο χρονικές στιγμές: 10πμ και 15πμ

Τα στοιχεία προκύπτουν ως εξής:

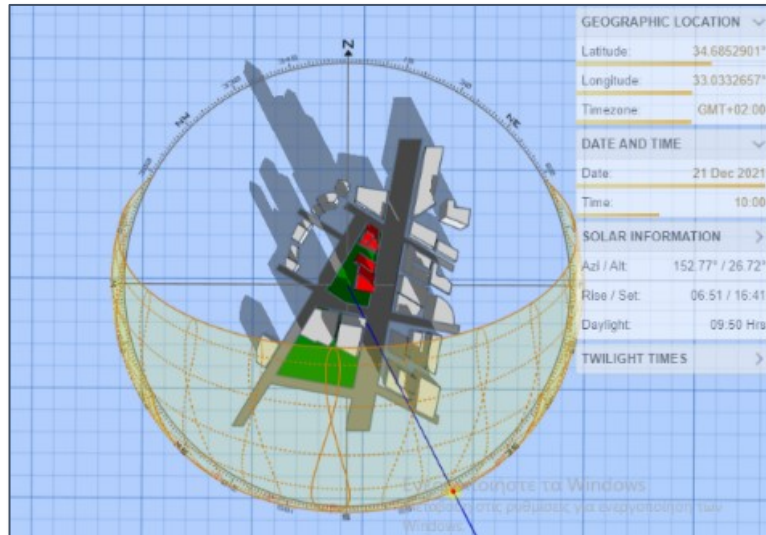
Με βάση το γεωγραφικό πλάτος και μήκος της περιοχής της Λεμεσού, που εντοπίζονται με τη βοήθεια του λογισμικού <http://andrewmarsh.com>, για τις συγκεκριμένες ημέρες και ώρες, προσδιορίζεται το αζιμούθιο και το ύψος του ηλίου. Με το αζιμούθιο σχεδιάζεται η γωνία σκίασης επί του εδάφους.

¹² Ηλιασμός, Π. Τζώνος, Θεσσαλονίκη 1985, Πίνακας II, Μήκος ριπτόμενης σκιάς σε οριζόντιο επίπεδο, σελ 15.

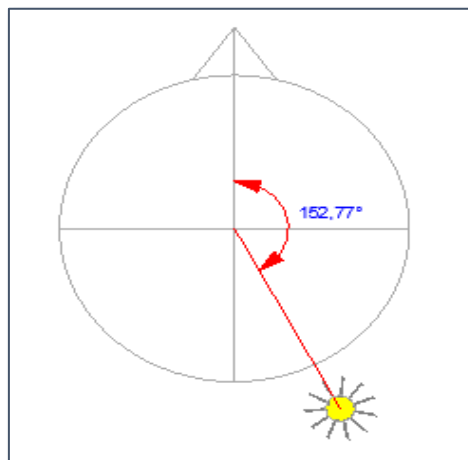
¹³ Ιστότοπος: Google maps, Χάρτης Λεμεσού

Έτσι για:

- a. 21η Δεκεμβρίου και ώρα 10:00π.μ. το αζιμούθιο είναι: $152,77^\circ$, Διάγραμμα 2 και άρα η κατεύθυνση της σκιάς θα είναι Διάγραμμα 3:

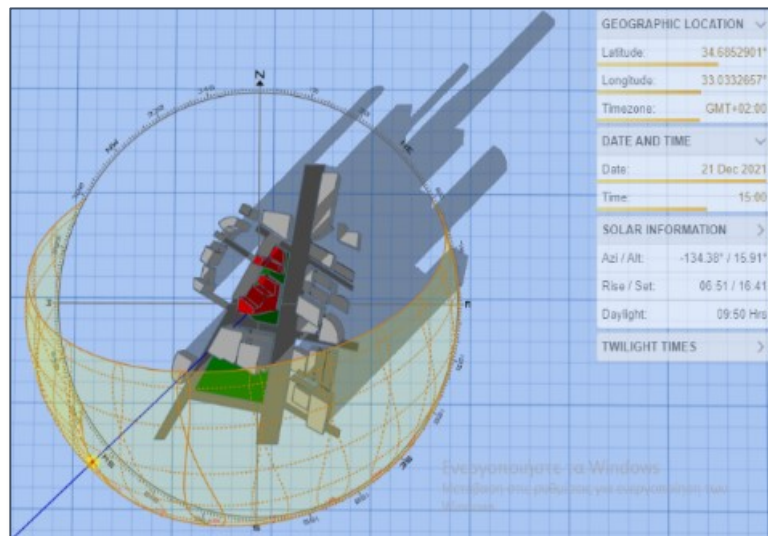


Διάγραμμα 2. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00 (andrewmarsh, Επίσκεψη: 2021)

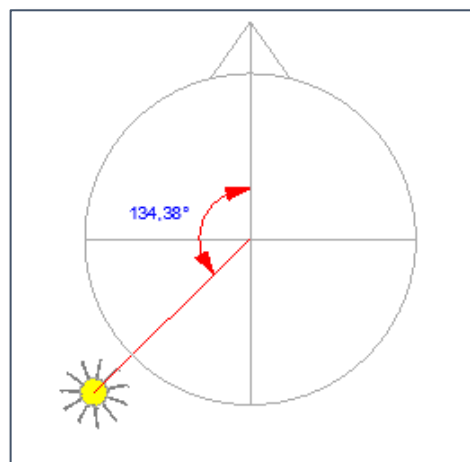


Διάγραμμα 3. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00 (Ιδια επεξεργασία, 2021)

- b. 21η Δεκεμβρίου και ώρα 15:00μ.μ. το αζιμούθιο είναι: $-134,8^\circ$, Διάγραμμα 4 και άρα η κατεύθυνση της σκιάς θα είναι Διάγραμμα 5:



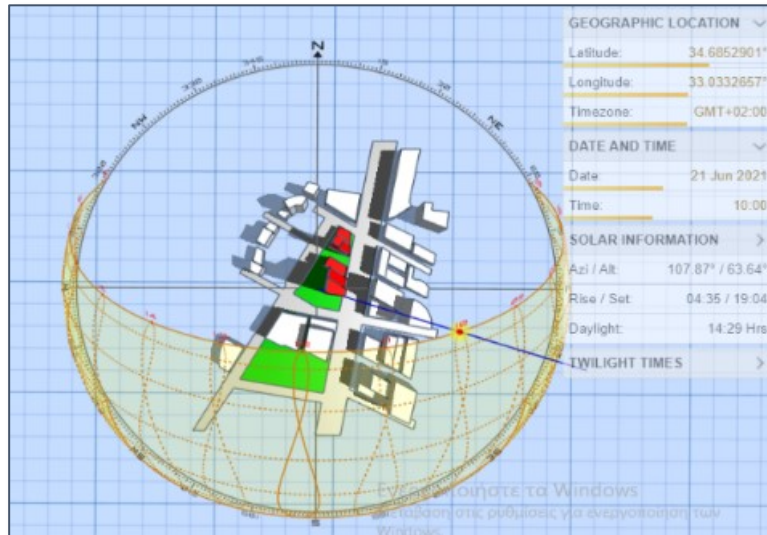
Διάγραμμα 4. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 15:00 (andrewmarsh, Επίσκεψη: 2021)



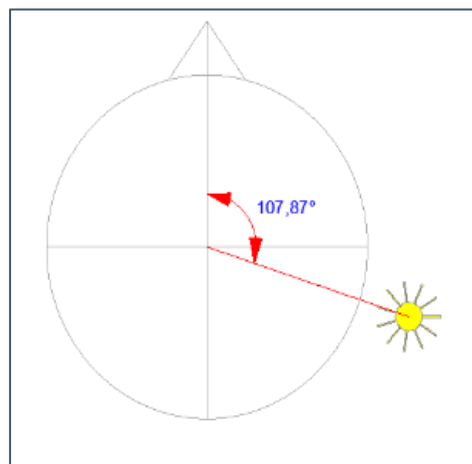
Διάγραμμα 5. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΔΕΚ, ώρα: 10:00 (Ιδια επεξεργασία, 2021)



1η Ιουνίου και ώρα 10:00π.μ. το αζιμούθιο είναι: $107,87^\circ$, Διάγραμμα 6 και άρα η κατεύθυνση της σκιάς θα είναι Διάγραμμα 7:



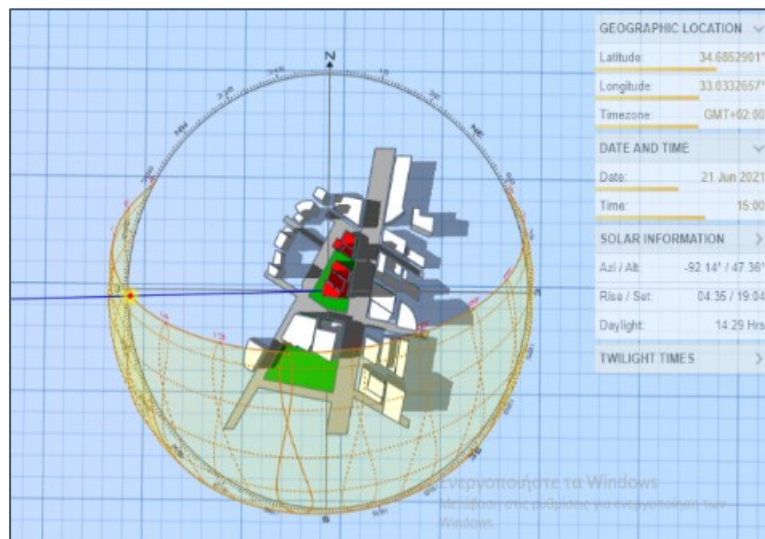
Διάγραμμα 6. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 10:00 (andrewmarsh, Επίσκεψη: 2021)



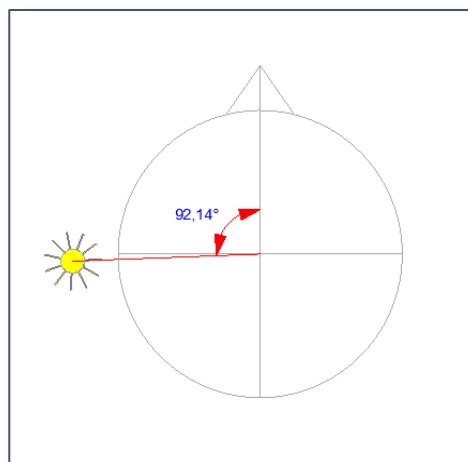
Διάγραμμα 7. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 10:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)



- c. 21η Ιουνίου και ώρα 15:00μ.μ. το αζιμούθιο είναι: $-92,14^\circ$, Διάγραμμα 8 και άρα η κατεύθυνση της σκιάς θα είναι Διάγραμμα 9:



Διάγραμμα 8. Αζιμούθιο και ύψος ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 15:00 (andrewmarsh, Επίσκεψη: 2021)



Διάγραμμα 9. Υπολογισμός κατεύθυνσης ηλιακού φωτός και σκιάς, ανάλογα με το αζιμούθιο του ήλιου για την Λεμεσό, ημερ.: 21 ΙΟΥΝ, ώρα: 15:00 (Ίδια επεξεργασία, 2021)



4. Αντικείμενο Μελέτης

Θα εξεταστούν δυο κτίρια διαφορετικών λειτουργιών, των οποίων η κατασκευή έχει ολοκληρωθεί εντός των δυο τελευταίων χρόνων στην πόλη της Λεμεσού, στην Κύπρο.

Η επιλογή των συγκεκριμένων κτιρίων γίνεται, γιατί σε αυτά πραγματοποιείται πλήρης κάλυψη όλων των κατακόρυφων δομικών στοιχείων του κελύφους με σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, εκτός από τα υαλοστάσια.

Η επένδυση θα γίνει με αδιαφανή, μη γυάλινα, σύνθετα πάνελς αλουμινίου.

Πρόκειται για ένα κτίριο διαμερισμάτων και ένα κτίριο γραφείων.

Τα γεωμετρικά τους στοιχεία, μαζί με τα κλιματολογικά στοιχεία της πόλης που βρίσκονται, θα περαστούν στο πρόγραμμα «ECO-engine» της κυπριακής εταιρείας «MODECSOFT», το οποίο εκτελεί τους ελέγχους με βάση τους ισχύοντες κανονισμούς για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και εκδίδει τα αντίστοιχα πιστοποιητικά.

Την πρώτη φορά ο έλεγχος θα εκτελεστεί με τη χρήση εξωτερικής θερμομόνωσης με διογκωμένη πολυστερίνη 8εκ. στα εξωτερικά κατακόρυφα στοιχεία του κελύφους.

Τη δεύτερη φορά και στα δυο κτίρια, τα κατακόρυφα τμήματα του κελύφους που αποτελούνται από τοιχοποιία και σκυρόδεμα θα επενδυθούν με σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης με σύνθετα πάνελς αλουμινίου.

Στην περίπτωση της κατοικίας, λόγω απαιτήσεων της πυροσβεστικής η επένδυση θα γίνει με «BOND», σύνθετα πάνελ αλουμινίου, κατηγορίας Β στη φωτιά, με πάχος 3μμ.

Στην περίπτωση των γραφείων, λόγω απαιτήσεων της πυροσβεστικής η επένδυση θα γίνει με «BOND», κατηγορίας Α1 στη φωτιά, με πάχος 4μμ.

Κάτω από το «BOND» θα τοποθετηθεί πετροβάμβακας 8εκ με μαύρο πύλημα για εξωτερική θερμομόνωση και ενίσχυση του δείκτη πυραντίστασης.

Το πύλημα βοηθά στην προστασία του υαλοβάμβακα από την υγρασία.

Η επιφάνεια κάτω από τον πετροβάμβακα υδρομονώνεται με ασφαλικό βερνίκι.

Θα γίνει η εξαγωγή των αποτελεσμάτων των δυο περιπτώσεων και θα αξιολογηθεί το αποτέλεσμα σε σχέση με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στα κτίρια και εκπομπής CO₂.

4.1. 1^η μελέτη περίπτωσης – 5ώροφη πολυκατοικία διαμερισμάτων στη Λεμεσό – Παρουσίαση στοιχείων

Πρόκειται για πανταχόθεν ελεύθερο πενταώροφο κτίριο 26 διαμερισμάτων, το οποίο μόλις ολοκληρώθηκε, (Εικόνες 89 – 90 & 91 - 92) & (Σχέδια 1 – 8).



Εικόνα 89. 3d proposal



Εικόνα 90. 3d proposal

(Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)

Ενδιάμεσα των δυο κτιρίων υπάρχει αρμός διαστολής ο οποίος χωρίζει καθ' ύψος το συγκρότημα σε δυο μικρότερες και όμοιες μονάδες.

Στο ισόγειο διαμορφώνονται Pilotis, η είσοδος και οι αποθήκες των διαμερισμάτων.

Στους τέσσερις ορόφους διαμορφώνονται έξι (6) διαμερίσματα, 3 σε κάθε μονάδα και στον 5^ο όροφο διαμορφώνονται δυο οροφodiaμερίσματα, ένα σε κάθε μονάδα.

Το κτίριο εδράζεται σε πεδιλόπλακα, πάχους 50εκ., από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτω από την οποία και σε επαφή με το χώμα έχει τοποθετηθεί φύλλο πολυθίνης για αποφυγή της ανιούσας υγρασίας από το έδαφος.

Η θερμόνωση του δαπέδου του 1^{ου} ορόφου, πάνω από την Pilotis, γίνεται με πολυστερίνη 5εκ. η οποία τοποθετείται πάνω από την πλάκα, πριν από την έγχυση του ελαφρομπετόν για την κάλυψη των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.



Το δάπεδο και των τεσσάρων ορόφων είναι επενδεδυμένο με κεραμικά πλακίδια, τα οποία έχουν τοποθετηθεί με κόλλα πλακιδίων, ενώ το κλιμακοστάσιο με μάρμαρο.

Στον 5^ο όροφο στο δάπεδο τοποθετήθηκε παρκέ σε όλους του χώρους εκτός από τους χώρους υγιεινής.

Η στέγασή του κτιρίου πραγματοποιείται με επίπεδο δώμα θερμομονωμένο με πολυστερίνη 8εκ.

Ο φέρων σκελετός αποτελείται από σκυρόδεμα, ενώ η περιμετρική τοιχοποιία έχει κατασκευαστεί με τούβλα πάχους 20εκ.

Οι τελικές εξωτερικές επιφάνειες έχουν επιχριστεί με τραχύ σοβά, πάνω στον οποίο περιμετρικά και εκτός από το χώρο των ανοιγμάτων, εφαρμόστηκε το σύστημα διπλής αεριζόμενης πρόσοψης.

Η εσωτερική διαχωριστική τοιχοποιία, αναλόγως της θέσης της, έχει κατασκευαστεί είτε με τούβλο 10εκ. είτε με τούβλο 20εκ. έχει επιχριστεί εκατέρωθεν, έχει σπατουλαριστεί και βαφτεί.

Τα ανοίγματα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και φέρουν διπλούς υαλοπίνακες.

Ψευδοροφές υπάρχουν σε τμήματα των διαμερισμάτων, προκειμένου να καλυφθούν ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Η θέρμανση των διαμερισμάτων του 1ου και 2ου ορόφου πραγματοποιείται με ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα, ενώ των υπολοίπων με ηλεκτρική υποδαπέδια θέρμανση και αντλίες θερμότητας, με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά (PRIME DESIGN, Από το 2010):

- Εποχιακή απόδοση Θέρμανσης (SCOP)
Θερμαντικά σώματα = 1
Υποδαπέδια θέρμανση = 2.5
- Εποχιακή απόδοση Ψύξης (SEER)
Κλιματιστικές μονάδες = 3.6

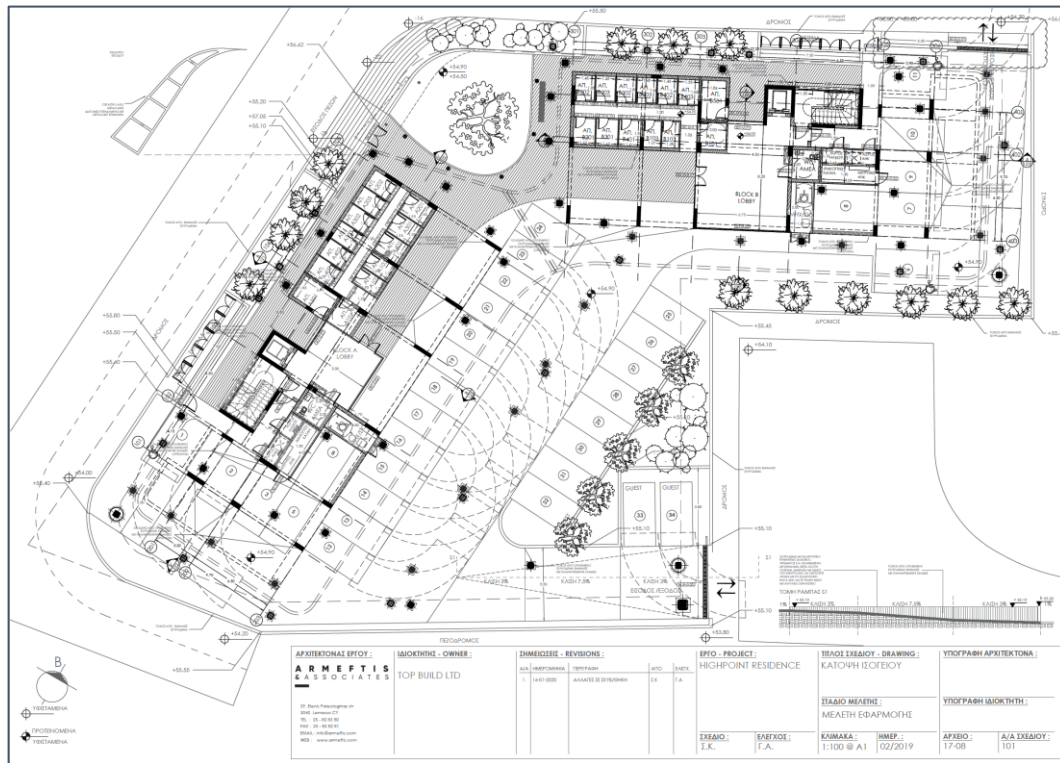
Σύστημα ψύξης, κλιματιστικές μονάδες, υπάρχουν σε όλους τους χώρους.

Για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, υπάρχουν ηλιακοί συλλέκτες για κάθε διαμέρισμα στο δώμα, ενώ για τις μη ηλιόλουστες ημέρες, η θέρμανση του νερού γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος.

Τζάκια δεν υπάρχουν σε κανένα διαμέρισμα. Μόνο απορροφητήρες οι οποίοι επικοινωνούν με το εξωτερικό περιβάλλον διαμέσου εύκαμπτου σωλήνα.

Εξωτερικά συστήματα σκίασης δεν υπάρχουν.

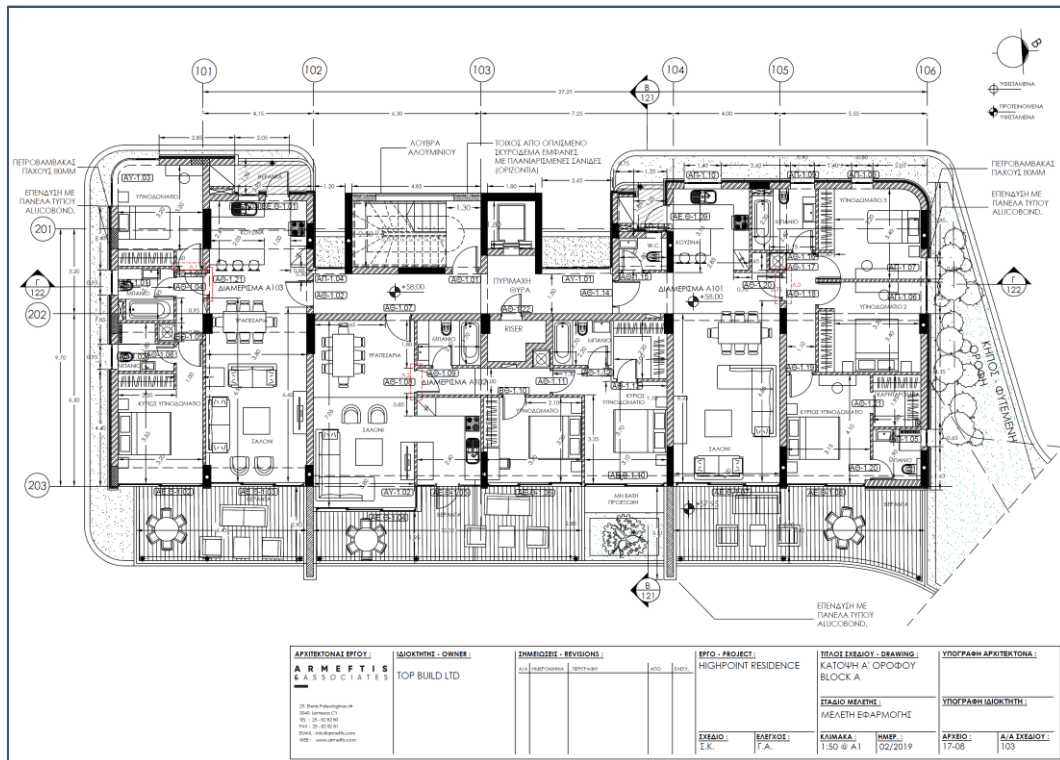
Οι μεγάλες βεράντες της νοτιοανατολικής όψης παίζουν ηλιοπροστατευτικό ρόλο σκιάζοντας τα μεγάλα ανοίγματα.



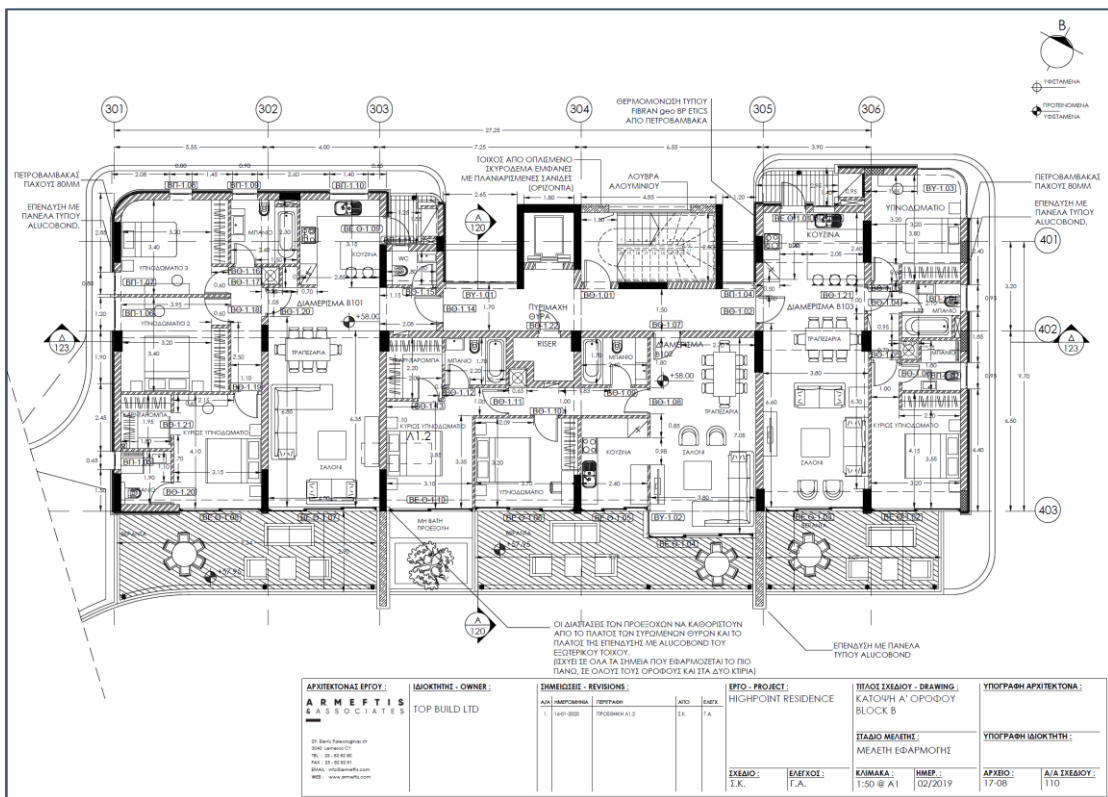
Σχέδιο 1. Χωροταξικό (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Ελένη Μαβίδου, Διπλωματική Εργασία: “ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ και ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ”



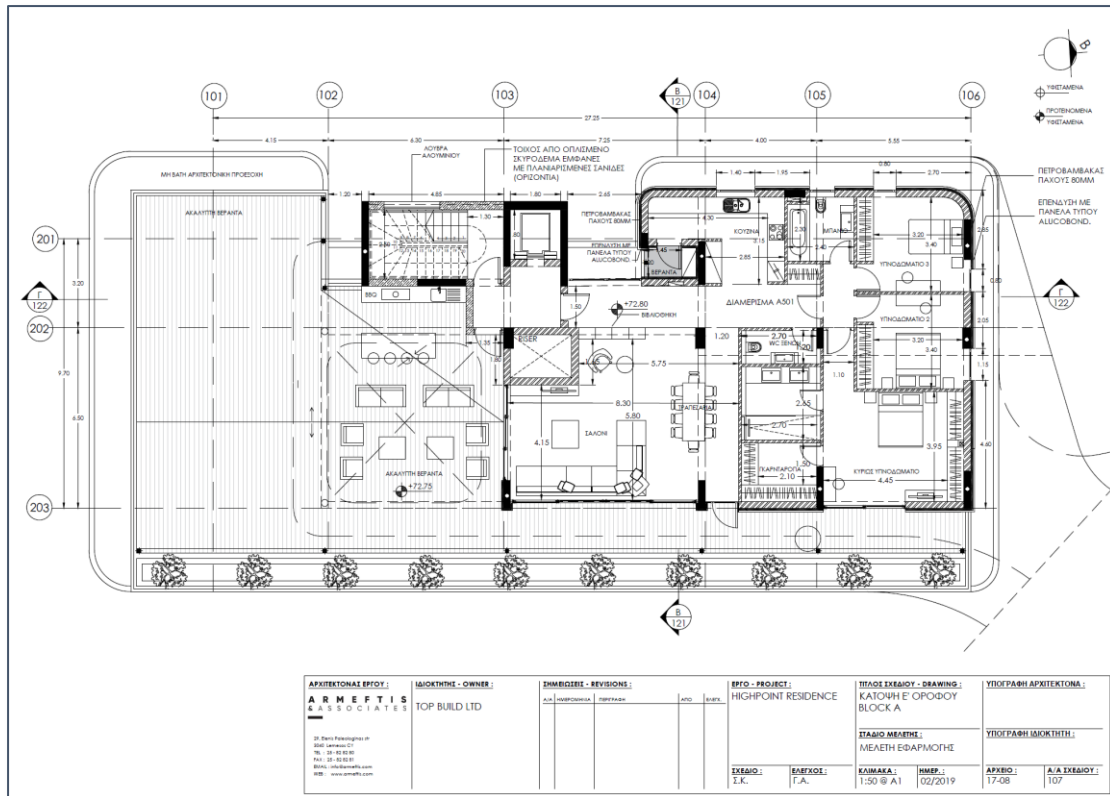
Σχέδιο 2. BLOCK I, 1^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



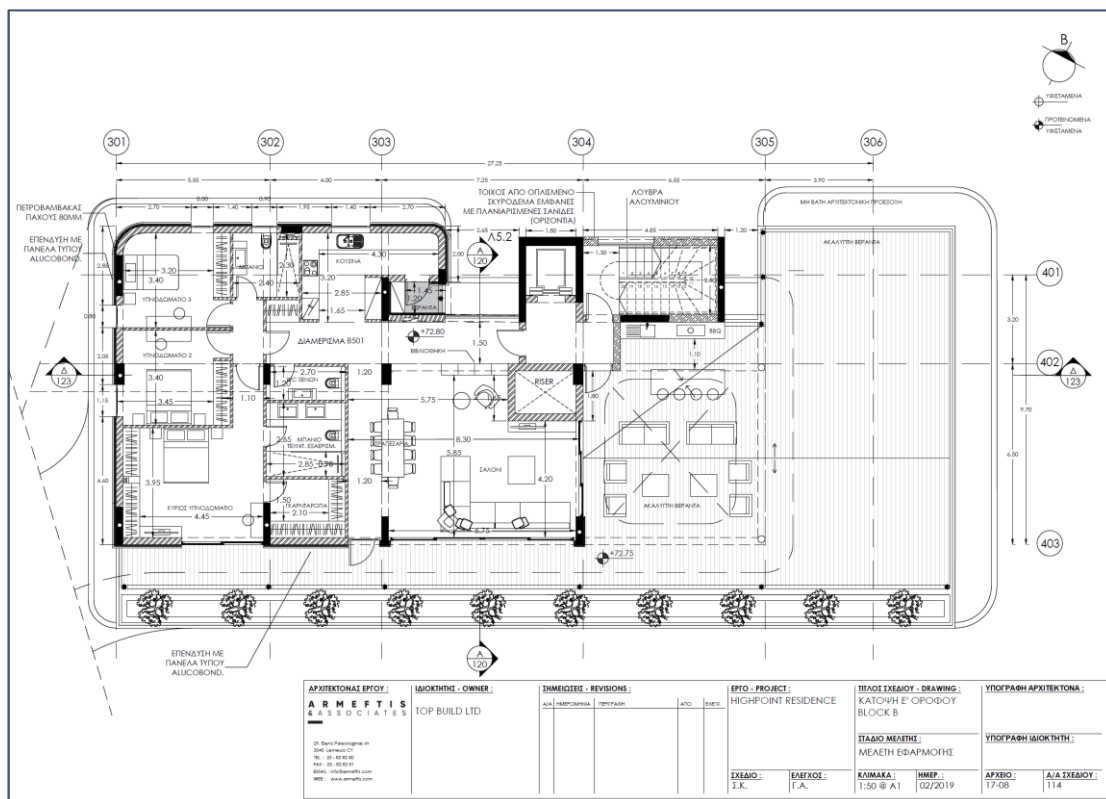
Σχέδιο 3. BLOCK II, 1^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Ελένη Μαβίδου, Διπλωματική Εργασία: “ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ και ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ”



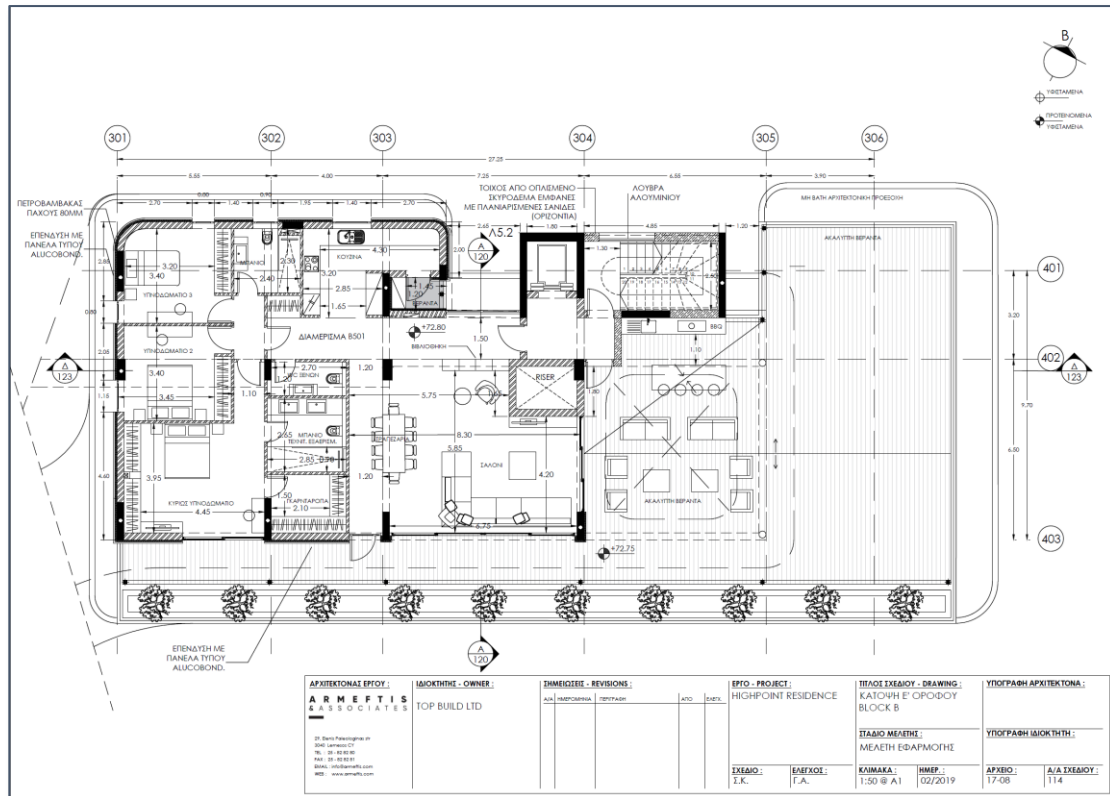
Σχέδιο 4. BLOCK I, 5^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



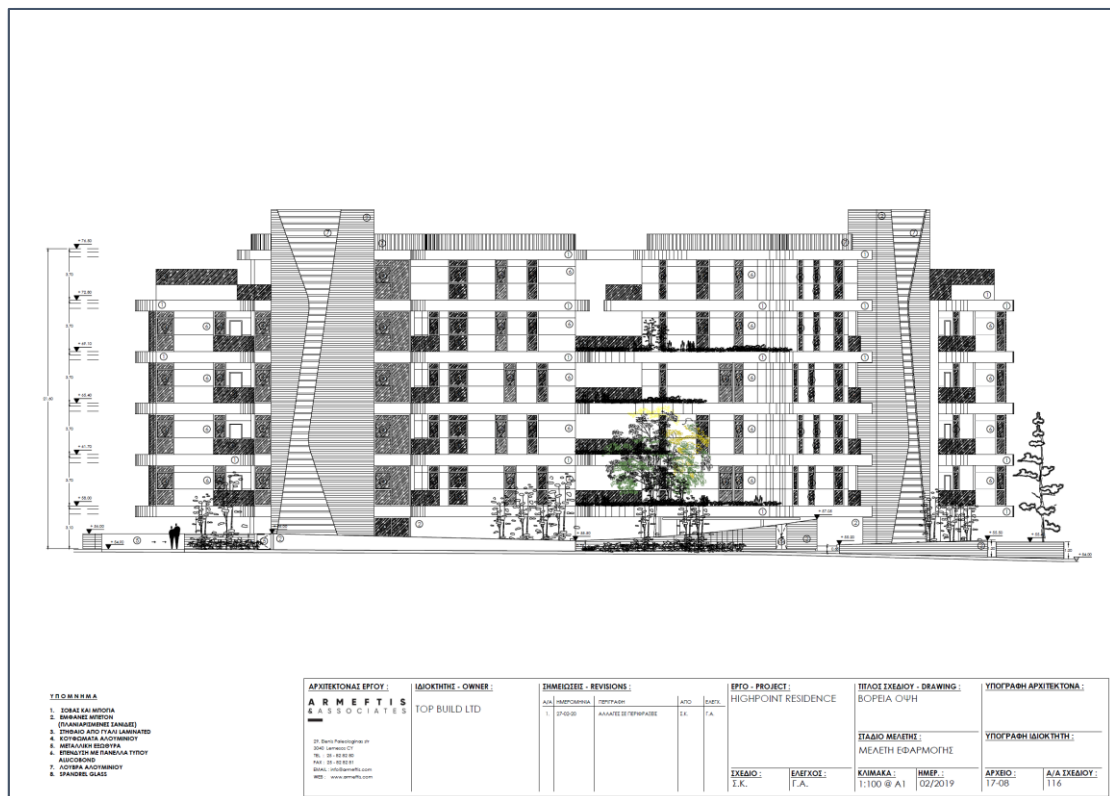
Σχέδιο 5. BLOCK I, 5^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



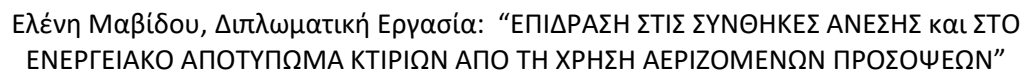
Ελένη Μαβίδου, Διπλωματική Εργασία: “ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ και ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ”



Σχέδιο 6. BLOCKI I, 5^{ος} όροφος (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Σχέδιο 7. Βόρεια όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



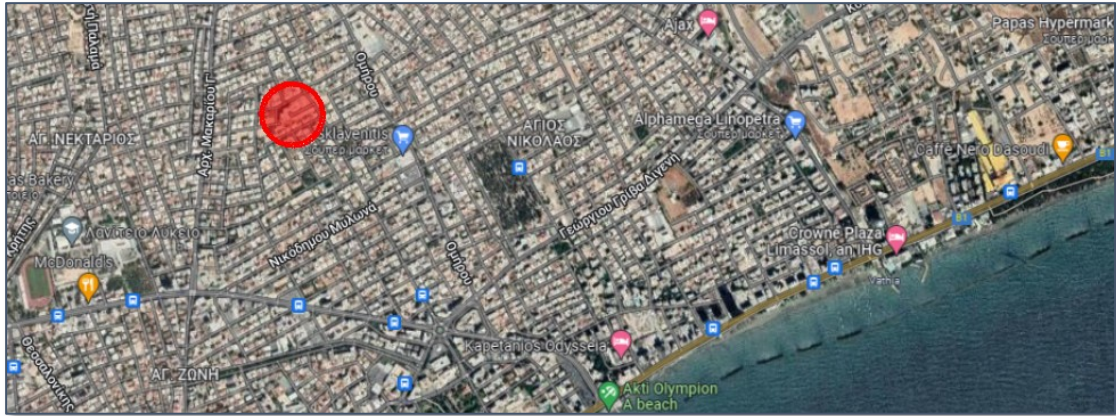


Εικόνα 91. Φωτογραφία υπό ανέγερση κτιρίου



Εικόνα 92. Φωτογραφία υπό ανέγερση κτιρίου

Χαρακτηριστικά τεμαχίου – Προσανατολισμός – Χαρακτηριστικά και λειτουργία κτιρίου



Εικόνα 93. Θέση τεμαχίου (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)



Εικόνα 94. Τεμάχιο (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)



Πρόκειται για τη συνένωση τεσσάρων τεμαχίων, με τελική συνολική επιφάνεια 2.275τ.μ., σχήματος Γ με τον μεγάλο άξονα προσανατολισμένο βορειοδυτικά, 29,5° δυτικά ως προς το βορρά.

Το οικόπεδο γειτνιάζει με δρόμους και πεζόδρομο στις τρεις πλευρές του, ενώ Βορειοανατολικά με άχτιστο οικόπεδο.

Το σχήμα ανοιχτού Γ ακολουθείται και από τη διάταξη του κτιρίου, με τον άξονα του ενός σκέλους στραμμένο βορειοδυτικά και το άλλο δυτικά.

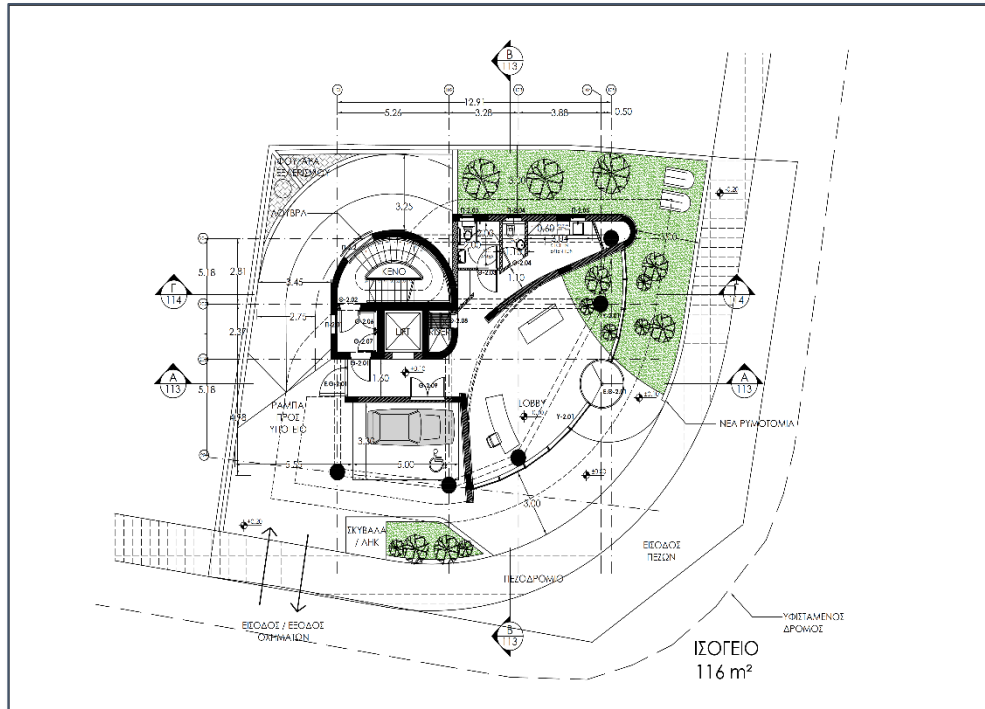
Στις κατευθύνσεις αυτές χωροθετούνται οι κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσια, οι υγροί χώροι, κουζίνες και λουτρά και κάποια δωμάτια. Τα καθιστικά χωροθετούνται ανατολικά και νοτιοανατολικά, με θέα προς τη θάλασσα, (Εικόνες 93 – 94).

Η πρόθεση είναι η εξωτερική περιμετρική επένδυση, σε όλους της κατοικήσιμους ορόφους με σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης.

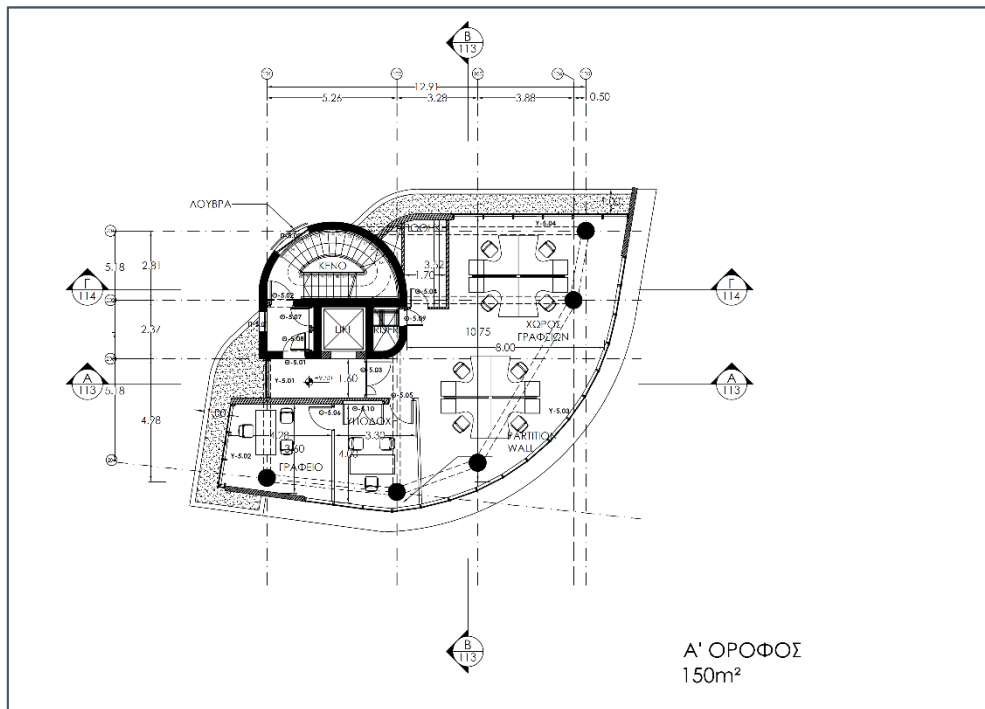
Θα ακολουθήσει η εξέταση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης με σύνθετα φύλλα αλουμινίου «bond» σκούρων αποχρώσεων (Aluminium Composite Panel), με τη βοήθεια του λογισμικού «ECO-engine», και θα γίνει διερεύνηση της συμβολής της εφαρμογής του συστήματος στην δημιουργία συνθηκών άνεσης και στην εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίριο διαμερισμάτων, για 24ωρη λειτουργία.

4.2. 2^η μελέτη περίπτωσης – 7ώροφο κτίριο γραφείων στη Λεμεσό - Παρουσίαση στοιχείων

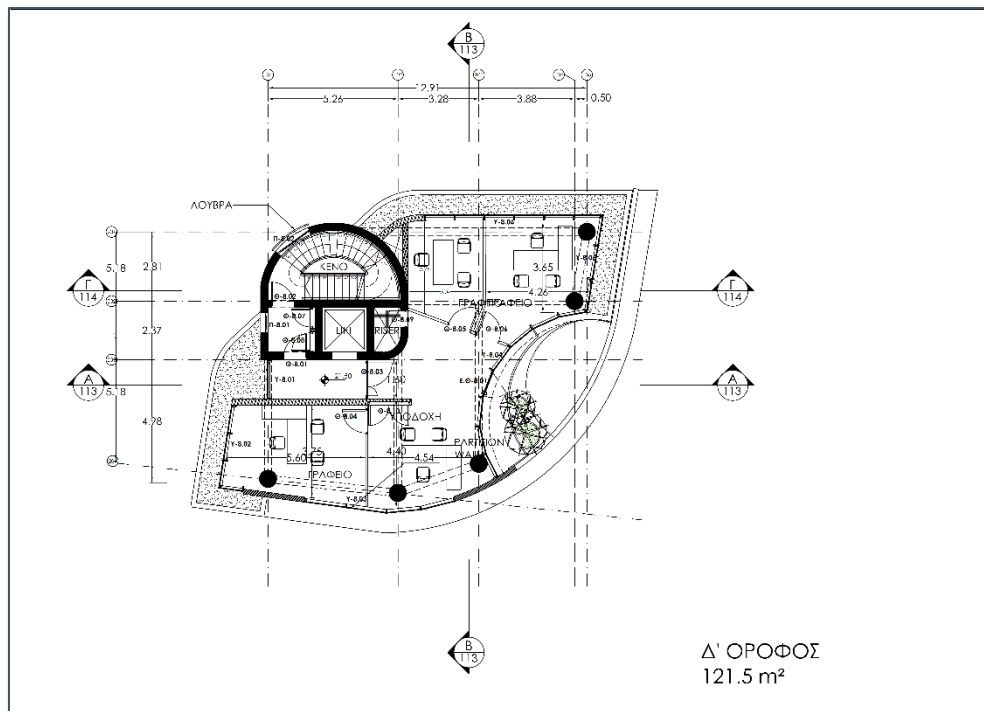
Πρόκειται για πανταχόθεν ελεύθερο επταώροφο κτίριο γραφείων, το οποίο ολοκληρώθηκε το 2019, (Εικόνες 95 – 97) & (Σχέδια 9 – 14).



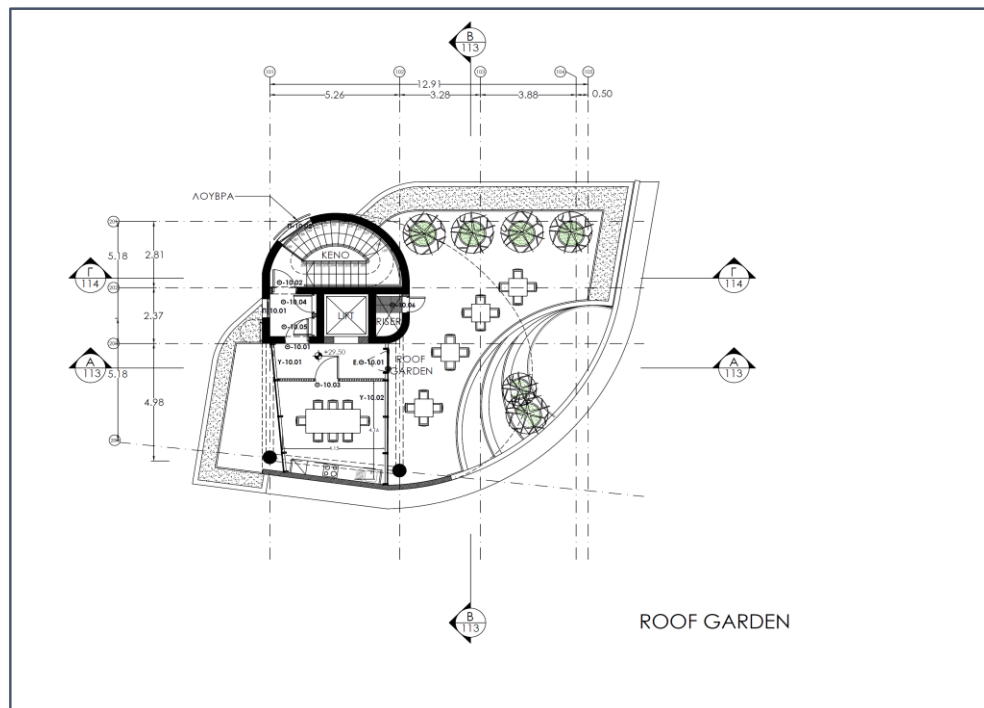
Σχέδιο 10, Κάτοψη Ισογείου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



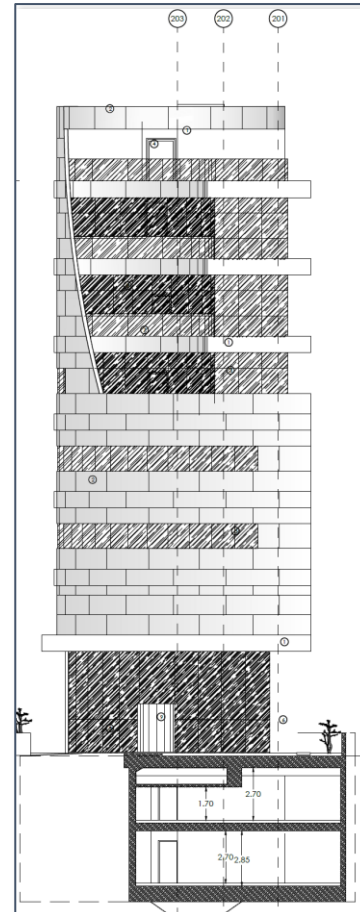
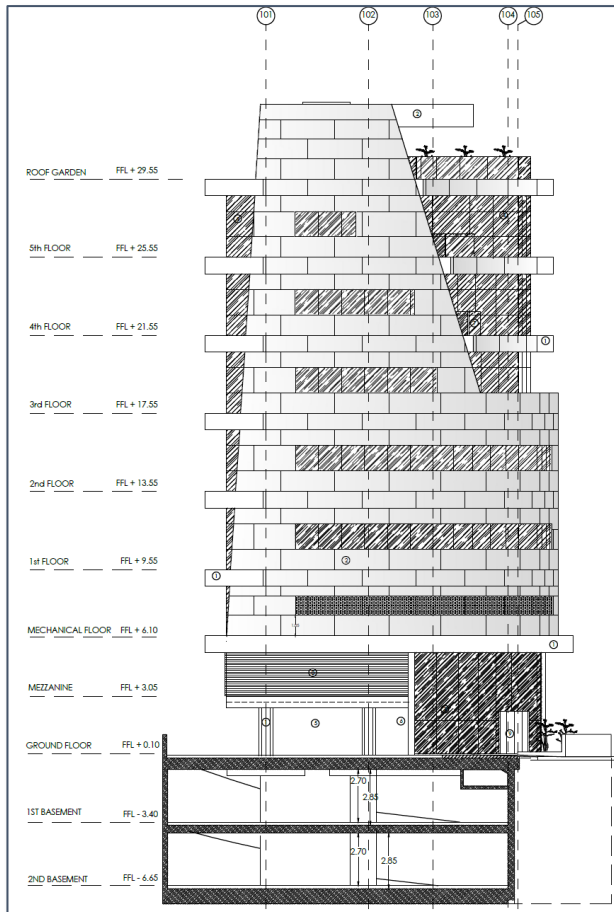
Σχέδιο 11, Κάτοψη 1^{ου} ορόφου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



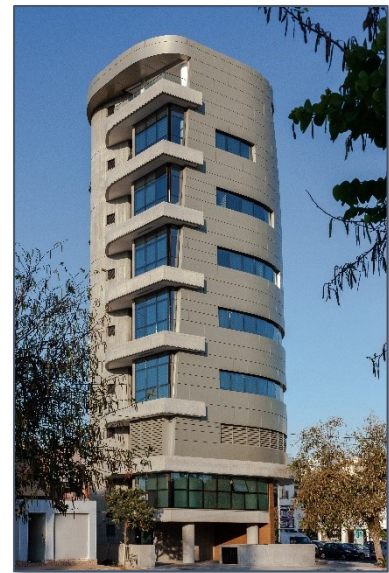
Σχέδιο 12, Κάτοψη 4^{ου} Ορόφου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Σχέδιο 132, Κάτοψη οροφής (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Σχέδιο 14 Νοτιοδυτική όψη (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα) Σχέδιο 15, Βορειοδυτική όψη



Εικόνα 95

Εικόνα 96

Εικόνα 97,

Φωτογραφίες του κτιρίου (Armeftis Partners LLC, 1995 - σήμερα)



Το κτίριο αποτελείται από δυο υπόγειους ορόφους με χώρους στάθμευσης, ισόγειο στο οποίο διαμορφώνεται η κύρια είσοδος, μηχανολογικό όροφο, στον οποίο τοποθετούνται οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, πέντε ορόφους, οι οποίοι διαμορφώνονται ως χώροι γραφείων, με τον κάθε υπερκείμενο όροφο να είναι ελαφρώς μικρότερος από τον υποκείμενο, ενώ τέλος στην οροφή διαμορφώνεται χώρος αναψυχής και φαγητού των εργαζομένων.

Το κτίριο εδράζεται σε πεδιλόπλακα, πάχους 50εκ., από οπλισμένο σκυρόδεμα, κάτω από την οποία και σε επαφή με το χώμα έχει τοποθετηθεί φύλλο πολυθίνης για αποφυγή της ανιούσας υγρασίας από το έδαφος.

Η θερμόνωση του δαπέδου του 1^{ου} ορόφου, πάνω από την Pilotis, γίνεται με πολυστερίνη 5εκ. η οποία τοποθετείται πάνω από την πλάκα, πριν από την έγχυση ελαφρομπετόν.

Στους ορόφους των γραφείων τοποθετείται υπερυψωμένο δάπεδο σε όλους του χώρους εκτός από τα αποχωρητήρια, ώστε να είναι επισκέψιμες οι ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες.

Η στέγασή του κτιρίου πραγματοποιείται με επίπεδο δώμα θερμομονωμένο με πολυστερίνη 8εκ.

Ο φέρων σκελετός αποτελείται από σκυρόδεμα, ενώ η περιμετρική τοιχοποιία έχει κατασκευαστεί με τούβλα πάχους 20εκ.

Οι τελικές εξωτερικές επιφάνειες δεν έχουν επιχριστεί, ενώ επάνω τους εφαρμόστηκε το σύστημα διπλής αεριζόμενης πρόσοψης.

Η εσωτερική διαχωριστική τοιχοποιία, έχει κατασκευαστεί με ξηρά δόμηση.

Τα ανοίγματα είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο τύπου «curtain wall» με θερμοδιακοπή και φέρουν διπλούς υαλοπίνακες. Στα σημεία όπου υπάρχουν βεράντες, τοποθετούνται ανοιγόμενες θύρες. Σε μη βατά σημεία τοποθετούνται παράθυρα τα είναι προβαλλόμενα.

Ψευδοροφές υπάρχουν σε όλους τους χώρους ώστε να διευκολύνεται η διέλευση των μηχανολογικών υπηρεσιών.

Η ψύξη και η θέρμανση των χώρων πραγματοποιούνται με κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και κλιματιστικά τύπου «κασέτα» τα οποία τοποθετούνται στην οροφή, με τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά, (PRIME DESIGN, Από το 2010):

- Εποχιακή απόδοση Θέρμανσης (SCOP)

Κλιματιστικές μονάδες = 4

- Εποχιακή απόδοση Ψύξης (SEER)

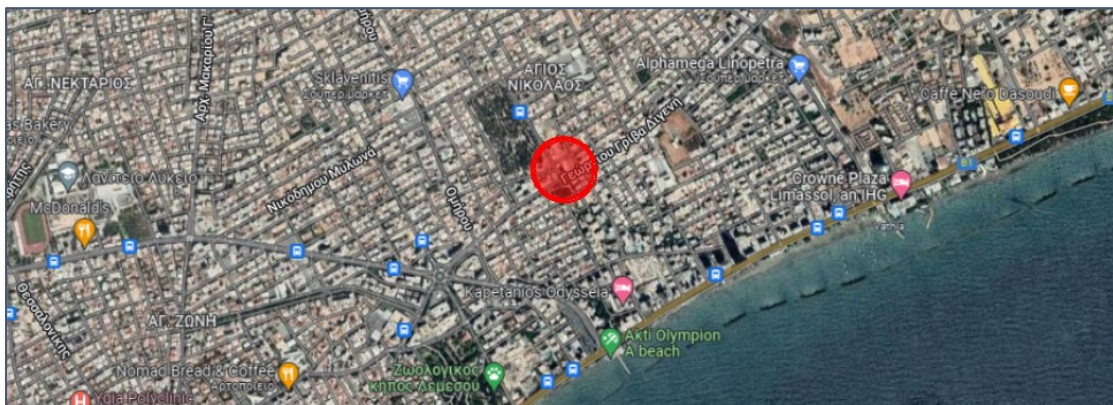
Κλιματιστικές μονάδες = 3.2

Για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, τοποθετούνται σε κάθε όροφο ταχύθερμα ηλεκτρικού ρεύματος και ένας ηλιακός συλλέκτης στην οροφή.

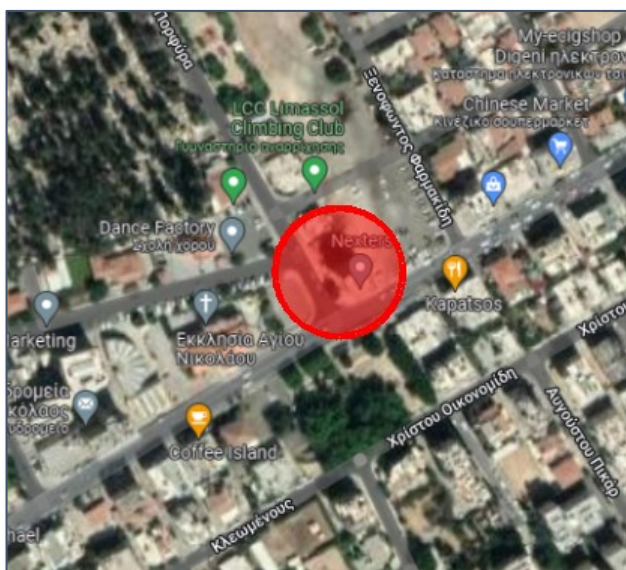
Εξωτερικά συστήματα σκίασης δεν υπάρχουν.

Στη νότια όψη διαμορφώνονται μικρές βεράντες, ενώ μεγάλος στεγασμένος ημιυπαίθριος χώρος διαμορφώνεται στην οροφή.

Χαρακτηριστικά τεμαχίου – Προσανατολισμός – Χαρακτηριστικά και λειτουργία κτιρίου



Εικόνα 98, Θέση Τεμαχίου, (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)



Εικόνα 99. Τεμαχίου, (googlemaps, Επίσκεψη: 2022)



Πρόκειται για γωνιακό τεμάχιο σχεδόν τετραγωνικού σχήματος, 482τ.μ. με τον έναν άξονα στην κατεύθυνση Βορειοανατολικά Νοτιοδυτικά και την άλλη Βορειοδυτικά Νοτιοανατολικά.

Προς Βορειοανατολικά ο χώρος είναι άκτιστος, ενώ Βορειοδυτικά υπάρχει χαμηλό κτίσμα (Εικόνες 98 – 99).

Η πρόθεση είναι η εξωτερική περιμετρική επένδυση, σε όλους της κατοικήσιμους ορόφους με σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης.

Θα ακολουθήσει η εξέταση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης με σύνθετα φύλλα αλουμινίου «bond» σκούρων αποχρώσεων (Aluminium Composite Panel), με τη βοήθεια του λογισμικού «ECO-engine», και θα γίνει διερεύνηση της συμβολής της εφαρμογής του συστήματος στην δημιουργία συνθηκών άνεσης και στην εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίριο γραφείων, για περιορισμένες ώρες λειτουργίας.

4.3. Συγκριτικά συμπεράσματα για την εφαρμογή και την απόδοση του συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης

4.3.1. Περίπτωση Α – Κτίριο διαμερισμάτων

Την πρώτη φορά ο έλεγχος θα γίνει για την εφαρμογή συμβατικού τρόπου εξωτερικής θερμομόνωσης δεκ., τύπου θερμοπρόσοψης, με γραφιτούχα διογκωμένη πολυστερίνη και τελική εξωτερικής επιφάνεια γραφιάτο με ανόργανα υλικά.

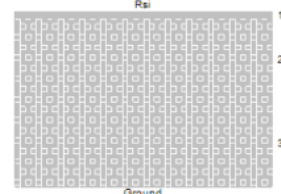
Ακολουθεί η μεθοδολογία:

Στο πρόγραμμα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων «ECO-engine» της εταιρείας «MODECSOFT» γίνεται εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν το κέλυφος του κτιρίων και είναι τα εξής:

1. Επιφάνεια δαπέδου ισόγειου, η οποία αποτελεί τμήμα του εσωτερικού του χώρου και έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω τμήμα της πλάκας, (Εικόνα 100) και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 101) για τον Συντελεστή θερμοπερατότητας.

Ισόγειο Δάπεδο Πάτωμα σε επαφή με το έδαφος							
Υπολογισμός C _m							
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	C _p kJ/(kgK)	R m²K/W	C _m kJ/m²K
1	Πλάκες Κεραμικές/ Πορσελάνινες	0.01	1.3	2300	0.84	0.008	19.32
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.14	1.35	2000	1	0.104	280
3	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.8	2.5	2400	1	0.32	1920
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} C _m (kJ/m²K)							199.32



Εικόνα 100. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στην εδαφόπλακα και στις επικαλύψεις αυτής στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.


Συντελεστής θερμοπερατότητας
U value (W/m²K): 1.029

Εικόνα 101. Υπολογισμός του Συντελεστή θερμοπερατότητας του στοιχείου Ισόγειο δάπεδο.

2. Επιφάνεια δώματος άνωθεν του τελευταίου κατοικήσιμου ορόφου.
Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω και κάτω

τμήμα της πλάκας και εξάγεται το αποτέλεσμα για τον Συντελεστή θερμοπερατότητας, (Εικόνα 102).

Η επιφάνεια θερμομονώνεται άνωθεν με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ. και αφού διαμορφωθεί το σκυρόδεμα κλίσεων υγρομονώνεται με φύλλα ασφαλτόπανου. Πρόκειται για μη βατό δώμα.

Οροφή Οριζόντια οροφή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	<div>Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.439m</div> <div></div>
1	Ασφαλτόπανο	0.004	0.23	1100	1.4	0.017	6.16	
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.1	1.35	2000	1	0.074	200	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.25	2.5	2400	1	0.1	600	
5	Άμμος και Τσιμέντο	0.005	1	1800	1	0.005	9	
Ροή θερμότητας			Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²K)	
Προς τα πάνω			0.1		0.04		0.333	
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {5,4} Cm (kJ/m²K)								237

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$


Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 102. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο μη βατό δώμα, πάνω από τον τελευταίο όροφο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

3. Επιφάνεια βεραντών, πάνω από εσωτερικό χώρο.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω και κάτω τμήμα της πλάκας και εξάγεται το αποτέλεσμα για τον Συντελεστή θερμοπερατότητας, (Εικόνα 103).

Η επιφάνεια θερμομονώνεται άνωθεν με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ.

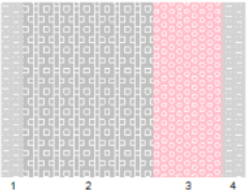
Οροφή - Βεράντα Οριζόντια οροφή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.386m
1	Πλάκες Κεραμικές/ Πορσελάνινες	0.001	1.3	2300	0.84	0.001	1.932	
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.1	1.35	2000	1	0.074	200	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.2	2.5	2400	1	0.08	480	
5	Άμμος και Τσιμέντο	0.005	1	1800	1	0.005	9	
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²K)		
Προς τα πάνω		0.1		0.04		0.337		
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {5,4} Cm (kJ/m²K)								237
Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι U ≤ 0.4 W/m²K								

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 103. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε βατό δώμα, πάνω από τον εσωτερικό χώρο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

4. Επιφάνεια των στοιχείων από σκυρόδεμα (υποστυλώματα, δοκάρια, που υπάρχουν στο κέλυφος και το είδος των επικαλύψεων, εσωτερικά και εξωτερικά. Στην εξωτερική επιφάνεια εφαρμόζεται είδος συμβατικής θερμομόνωσης με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ., πάχος που κρίνεται ως ελάχιστο ώστε να εκδοθεί το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 104).

Εξωτερική Κολόνα/ Δοκός Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.38m
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 1% χάλυβα	0.25	2.3	2300	1	0.109	575	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²K)		
Οριζόντια		0.13		0.04		0.334		
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m²K)								217.5

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

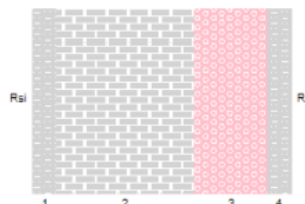
Εικόνα 104. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

5. Επιφάνεια εξωτερικής τοιχοποιίας στο κέλυφος του κτιρίου.

Πρόκειται για αργιλικό τούβλο πάχους 25εκ.

Στην εξωτερική επιφάνεια εφαρμόζεται είδος συμβατικής θερμομόνωσης με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 105).

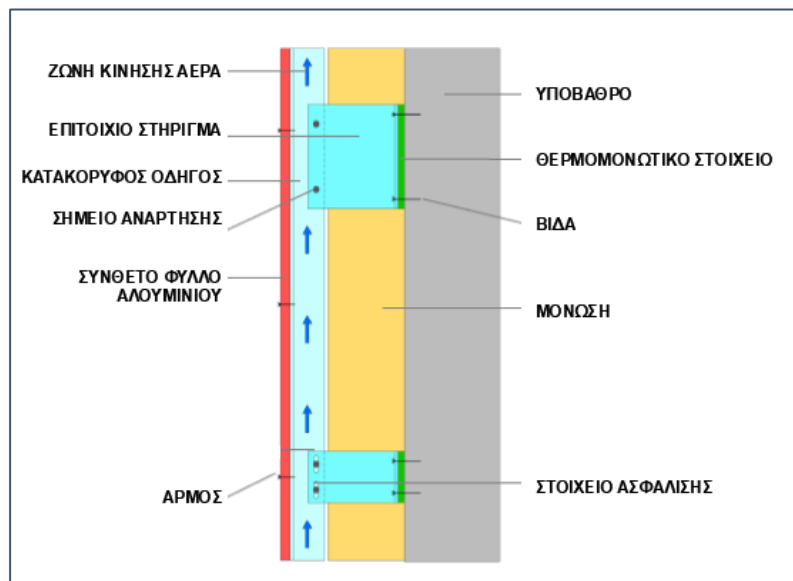
Εξωτερικός Τοίχος(hightpoint) Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον									
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.38m	
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45		
2	Τούβλα αργιλικά - 200x300x100	0.25	0.4	1000	1	0.625	250		
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16		
4	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45		
									
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)			
Οριζόντια		0.13		0.04		0.285			
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m2K)								120	

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4$ W/m²K

Εικόνα 105. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από αργιλικό τούβλο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

Τη δεύτερη φορά ο έλεγχος γίνεται για την αντικατάσταση του συμβατικού τρόπου εξωτερικής θερμομόνωσης με το σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, (Εικόνα 106).



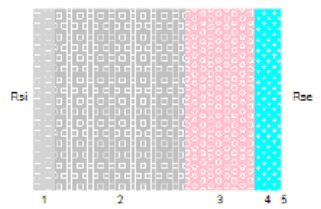
Εικόνα 106. Κατασκευαστική λεπτομέρεια αεριζόμενης όψης (Walinjkar, Rainscreen Ventilated Façade, 2020) & (Ιδία επεξεργασία, 2021)

Όλα τα παραπάνω στοιχεία παραμένουν σταθερά εκτός από τα δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα, βήμα 4 και από αργιλικό τούβλο, βήμα 5.

Βήμα 4' (αφαίρεση συμβατικής θερμομόνωσης και ανάρτηση αεριζόμενου συστήματος στην πρόσοψη).

Στην εξωτερική επιφάνεια των στοιχείων από σκυροδέματος στο κέλυφος, εφαρμόζεται σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, το οποίο προϋποθέτει ανάρτηση ενδιάμεση στρώσης πετροβάμβακα με πύλημα πάχους 8εκ.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υπολοίπων υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 107).

Εξωτερική Κολώνα/ Δοκός Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.388m
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 1% χάλυβα	0.25	2.3	2300	1	0.109	575	
3	Ορυκτοβάμβακας	0.08	0.035	40	0.1	2.286	0.32	
4	Διάκενο αέρα	0.03	-	-	-	0.18	-	
5	Alucobond κατηγορίας Β	0.003	0.35	2800	0.45	0.009	3.78	
Ροή θερμότητας			Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)	
Οριζόντια			0.13		0.04		0.36	
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m2K)								217.5

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4$ W/m²K

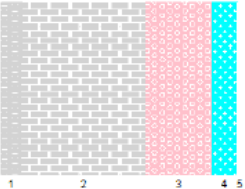
Εικόνα 107. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

Βήμα 5' (αφαίρεση συμβατικής θερμομόνωσης και ανάρτηση αεριζόμενου συστήματος στην πρόσοψη).

Στην εξωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας εφαρμόζεται σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, το οποίο προϋποθέτει ανάρτηση ενδιάμεση στρώσης πετροβάμβακα με πύλημα πάχους 8εκ.



Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υπολοίπων υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 108).

Εξωτερικός Τοίχος Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	C_p kJ/(kgK)	R m ² K/W	C_m kJ/m ² K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.388m
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Τούβλα αργιλικά	0.25	0.4	1000	1	0.625	250	
3	Ορυκτοβάμβακας	0.08	0.035	40	0.1	2.286	0.32	
4	Διάκενο αέρα	0.03	-	-	-	0.18	-	
5	Alucobond κατηγορίας B	0.003	0.35	2800	0.45	0.009	3.78	
Ροή θερμότητας			Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)	
Οριζόντια			0.13		0.04		0.304	
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} C _m (kJ/m ² K)								120

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

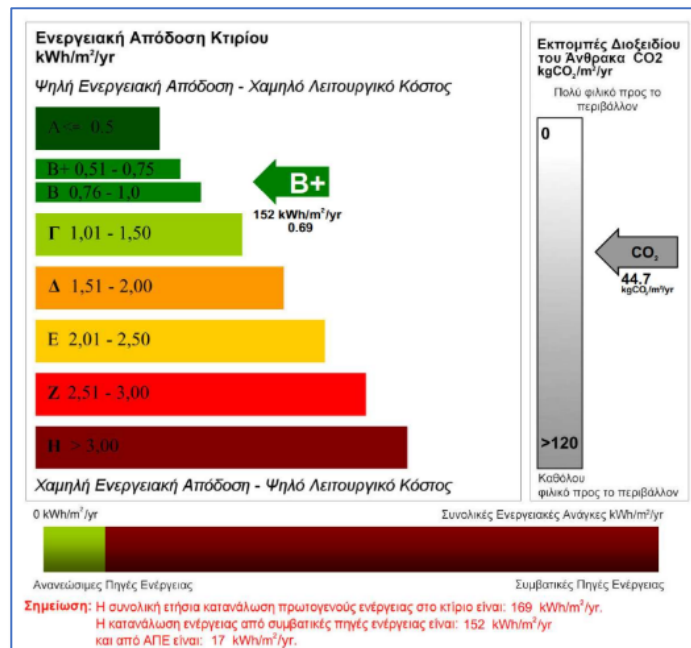
Εικόνα 108. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

Συγκριτικά συμπεράσματα

Και στις δυο περιπτώσεις εκτελείται ο έλεγχος σχετικά με την Ενεργειακή Απόδοση ανά κτίριο, δίνοντας τα εξής αποτελέσματα:

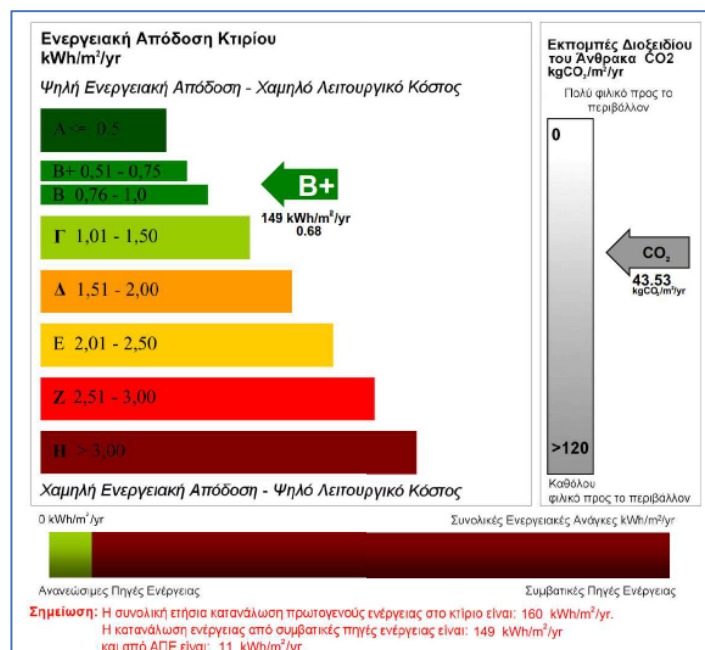


1^η περίπτωση, με συμβατική θερμομόνωση, (Εικόνα 109).



Εικόνα 109. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου με συμβατική θερμομόνωση 8εκ. στο κέλυφος του κτιρίου διαμερισμάτων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

2^η περίπτωση, με αεριζόμενη πρόσοψη, (Εικόνα 110).



Εικόνα 110. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου αναρτηση αεριζόμενης πρόσοψης στο κέλυφος του κτιρίου διαμερισμάτων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.



Συγκριτικά αποτελέσματα σε σχέση με την εφαρμογή ή μη του συστήματος στα δυο κτίρια, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ BLOCK I	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ	ΜΕΙΩΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	B+	B+	-	-
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh/m ² /yr	152	149	-3	1,97%
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ² /yr)	44,7	43,53	-1,17	2,61%

Πίνακας 4. Συγκριτικά στοιχεία μεταξύ του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης με συμβατική θερμομόνωση και του πιστοποιητικού με αεριζόμενα στοιχεία στις όψεις (Ιδια επεξεργασία, 2021)

Σύμφωνα με τα στοιχεία που εισήχθησαν στο πρόγραμμα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και το Πιστοποιητικό που εκδόθηκε, το συγκρότημα και στις δυο περιπτώσεις κατατάσσεται στην κατηγορία B+, χωρίς να υπάρχει μεταβολή. Παρουσιάζεται διαφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά m² ανά χρόνο, με πολύ μικρή μείωση από 152 kWh/m²/yr. σε 149 kWh/m²/yr.

Μείωση υπάρχει και στις εκπομπές του CO₂ από 44,70 kgCO₂/m²/yr σε 43,53 kgCO₂.

Στο σύνολο όμως της κατοικήσιμης επιφάνειας του κτιρίου, η οποία ανέρχεται και για τα δυο κτίρια σε 3.187,6 m², η μείωση σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι [1]:

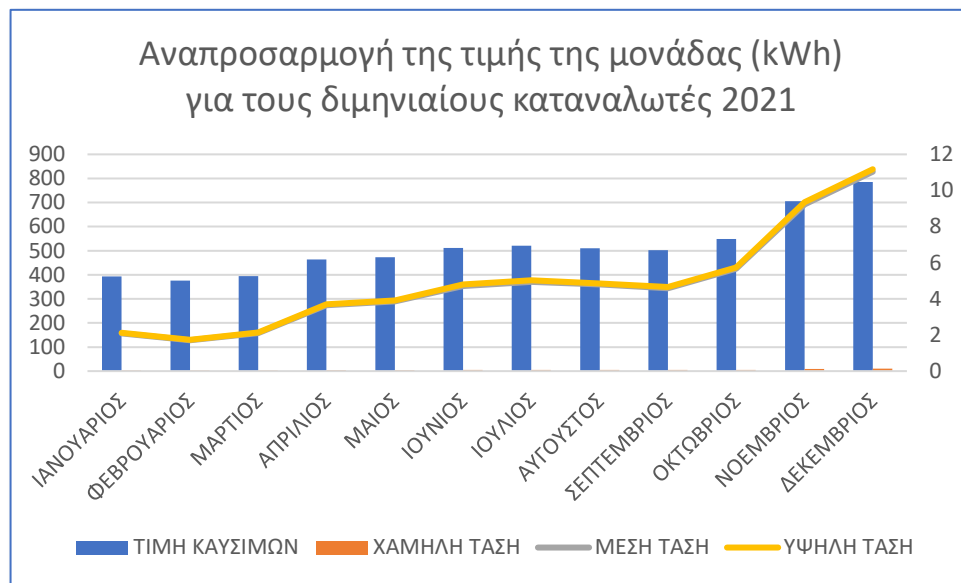
$$3.187,6 \text{ m}^2 \times 3 \text{ kWh/m}^2/\text{yr} = 9.562,8 \text{ kWh/yr [1].}$$

Με βάση τον Πίνακα 5, για την τιμή μονάδας της kWh για τους δημνιαιούς καταναλωτές της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου, για το έτος 2021 και με μέση έτους 2€, η ετήσια εξοικονόμηση είναι [2]:

$$9.562,8 \text{ kWh/yr} \times 2\text{€} = 19.125,6\text{€/yr [2]}$$

Δεδομένου ότι η προσφορά που δόθηκε για την προμήθεια, κατεργασία και τοποθέτηση του «Bond» ήταν της τάξεως των 350.000€, η απόσβεση υπολογίζεται να γίνει σε 18,30 έτη [3]:

$$350.000\text{€} / 19.125,6\text{€} = 18,30 \text{ έτη [3]}$$



Πίνακας 5. Αναπροσαρμογή της τιμής μονάδας της kWh για τους διμηνιαίους καταναλωτές της Αρχής Ηλεκτρισμού Κύπρου – ΑΗΚ, (ΑΗΚ, 2021), (Ίδια επεξεργασία πίνακα).

Σημαντική επίσης θεωρείται και η μείωση εκπομπών CO₂:

$$3.187,6 \text{ m}^2 \times 0,44 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr} = 3.729,492 \text{ kgCO}_2/\text{yr} [4]$$

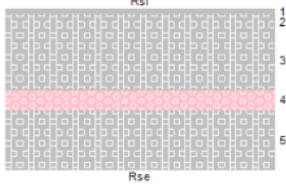
4.3.2. Περίπτωση Β – Κτίριο γραφείων

Επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία και για το δεύτερο κτίριο.

Εισάγονται στο πρόγραμμα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης στοιχεία του κτιρίου που αφορούν το κέλυφος του και είναι τα εξής:

1. Επιφάνεια δαπέδου ισογείου, η οποία αποτελεί τμήμα του εσωτερικού του χώρου και έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω τμήμα της πλάκας και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 112).

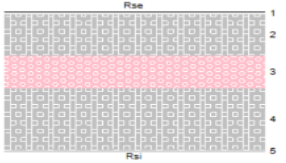
Εκτεθειμένο Δάπεδο Πάτωμα εκτεθειμένο σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	Cp kJ/(kgK)	R m ² K/W	Cm kJ/m ² K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.45m
1	Πλάκες Κεραμικές/ Πορσελάνινες	0.01	1.3	2300	0.84	0.008	19.32	
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.04	1.35	2000	1	0.03	80	
3	Ελαφροσκυρόδεμα 1	0.15	0.18	500	1	0.833	75	
4	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.05	0.03	20	0.1	1.667	0.1	
5	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.2	2.5	2400	1	0.08	480	
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)		
Προς τα κάτω		0.17		0.04		0.354		
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2,3} Cm (kJ/m2K)								124.32

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 111. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο δάπεδο ισόγειου και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

2. Επιφάνεια δώματος άνωθεν του τελευταίου κατοικήσιμου ορόφου.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω και κάτω τμήμα της πλάκας και εξάγεται το αποτέλεσμα για τον Συντελεστή θερμοπερατότητας, (Εικόνα 113). Η επιφάνεια θερμομονώνεται άνωθεν με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ. και αφού διαμορφωθεί το σκυρόδεμα κλίσεων υγρομονώνεται με φύλλα ασφαλτόπανου. Πρόκειται για μη βατό δώμα.

Οροφή								
Οριζόντια οροφή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.439m
1	Ασφαλτόπανο	0.004	0.23	1100	1.4	0.017	6.16	
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.1	1.35	2000	1	0.074	200	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.25	2.5	2400	1	0.1	600	
5	Άμμος και Τσιμέντο	0.005	1	1800	1	0.005	9	
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m²K)		
Προς τα πάνω		0.1		0.04		0.333		
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {5,4} Cm (kJ/m²K)								237

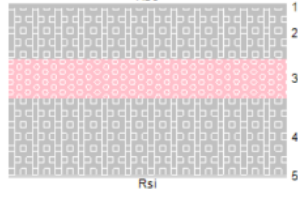
Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 112. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν στο μη βατό δώμα, πάνω από τον τελευταίο όροφο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

3. Επιφάνεια βεραντών, πάνω από εσωτερικό χώρο.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο άνω και κάτω τμήμα της πλάκας και εξάγεται το αποτέλεσμα για τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας, (Εικόνα 114).

Η επιφάνεια θερμομονώνεται άνωθεν με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ.

Οροφή - Βεράντα Οριζόντια οροφή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.386m
1	Πλάκες Κεραμικές/ Πορσελάνινες	0.001	1.3	2300	0.84	0.001	1.932	
2	Σκυρόδεμα Μέσης πυκνότητας 2	0.1	1.35	2000	1	0.074	200	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 2% χάλυβα	0.2	2.5	2400	1	0.08	480	
5	Άμμος και Τσιμέντο	0.005	1	1800	1	0.005	9	
Ροή θερμότητας		Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)		
Προς τα πάνω		0.1		0.04		0.337		
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {5,4} Cm (kJ/m2K)								237

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

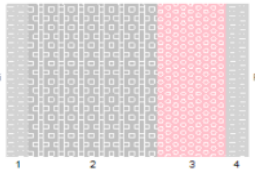
Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 113. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε βατό δώμα, πάνω από τον εσωτερικό χώρο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

4. Επιφάνεια των στοιχείων από σκυρόδεμα (υποστυλώματα, δοκάρια, που υπάρχουν στο κέλυφος και το είδος των επικαλύψεων, εσωτερικά και εξωτερικά. Στην εξωτερική επιφάνεια εφαρμόζεται είδος συμβατικής θερμομόνωσης με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ.

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 115).



Εξωτερική Κολόνα/ Δοκός Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	Cp kJ/(kgK)	R m ² K/W	Cm kJ/m ² K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.38m
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 1% χάλυβα	0.25	2.3	2300	1	0.109	575	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
Ροή θερμότητας								Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)
Οριζόντια								0.334
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m ² K)								217.5

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

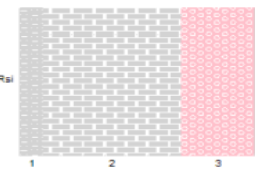
Εικόνα 114. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-ENGINE ΤΗΣ ΕΤΑΙΡΕΙΑΣ MODECSOFT.

5. Επιφάνεια εξωτερικής τοιχοποιίας στο κέλυφος του κτιρίου.

Πρόκειται για αργιλικό τούβλο πάχους 25εκ.

Στην εξωτερική επιφάνεια εφαρμόζεται είδος συμβατικής θερμομόνωσης με εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 8εκ

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 116).

Εξωτερικός Τοίχος(highpoint) Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	Cp kJ/(kgK)	R m ² K/W	Cm kJ/m ² K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.38m
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Τούβλα αργιλικά - 200x300x100	0.25	0.4	1000	1	0.625	250	
3	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0.08	0.03	20	0.1	2.667	0.16	
4	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
Ροή θερμότητας								Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m ² K)
Οριζόντια								0.285
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m ² K)								120

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

Εικόνα 115, Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από αργιλικό τούβλο και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

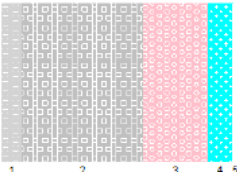
Τη δεύτερη φορά ο έλεγχος γίνεται για την αντικατάσταση του συμβατικού τρόπου εξωτερικής θερμομόνωσης με το σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, όπως και στην περίπτωση των κατοικιών.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία παραμένουν σταθερά εκτός από τα δομικά στοιχεία από σκυρόδεμα, βήμα 4 και από αργιλικό τούβλο, βήμα 5.

Βήμα 4' (αφαίρεση συμβατικής θερμομόνωσης και ανάρτηση αεριζόμενου συστήματος στην πρόσοψη).

Στην εξωτερική επιφάνεια των στοιχείων από σκυροδέματος στο κέλυφος, εφαρμόζεται σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, το οποίο προϋποθέτει ανάρτηση ενδιάμεση στρώσης πετροβάμβακα με πύλημα πάχους 8εκ

Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υπολοίπων υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 117).

Εξωτερική Κολώνα/ Δοκός Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον								
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m³	Cp kJ/(kgK)	R m²K/W	Cm kJ/m²K	<div>Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.388m</div> <div></div>
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45	
2	Σκυρόδεμα Οπλισμένο με 1% χάλυβα	0.25	2.3	2300	1	0.109	575	
3	Ορυκτοβάμβακας	0.08	0.035	40	0.1	2.286	0.32	
4	Διάκενο αέρα	0.03	-	-	-	0.18	-	
5	Alucobond κατηγορίας B	0.003	0.35	2800	0.45	0.009	3.78	
Ροή θερμότητας			Rsi		Rse		Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)	
Οριζόντια			0.13		0.04		0.36	
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις {1,2} Cm (kJ/m2K)								217.5

Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$

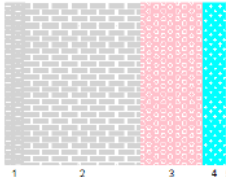
Εικόνα 116. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

Βήμα 5' (αφαίρεση συμβατικής θερμομόνωσης και ανάρτηση αεριζόμενου συστήματος στην πρόσοψη).

Στην εξωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας εφαρμόζεται σύστημα αεριζόμενης πρόσοψης, το οποίο προϋποθέτει ανάρτηση ενδιάμεση στρώσης πετροβάμβακα με πύλημα πάχους 8εκ



Προσδιορίζεται το πάχος και το είδος των υπολοίπων υλικών επικάλυψης στο έσω και έξω τμήμα του δομικού στοιχείου και εξάγεται το αποτέλεσμα, (Εικόνα 118).

Εξωτερικός Τοίχος Κατασκευή σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον										
A/A	Περιγραφή υλικού	Πάχος d(m)	λ W/(mK)	ρ kg/m ³	Cp kJ/(kgK)	R m ² K/W	Cm kJ/m ² K	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια - 0.388m		
1	Άμμος και Τσιμέντο	0.025	1	1800	1	0.025	45			
2	Τούβλα αργιλικά	0.25	0.4	1000	1	0.625	250			
3	Ορυκτοβάμβακας	0.08	0.035	40	0.1	2.286	0.32			
4	Διάκενο αέρα	0.03	-	-	-	0.18	-			
5	Alucobond κατηγορίας B	0.003	0.35	2800	0.45	0.009	3.78			
Ροή θερμότητας								Rsi	Rse	
Οριζόντια								0.13	0.04	Συντελεστής θερμοπερατότητας U (W/m2K)
Αποτελεσματική θερμοχωρητικότητα κατασκευής - Στρώσεις (1,2) Cm (kJ/m2K)								120		

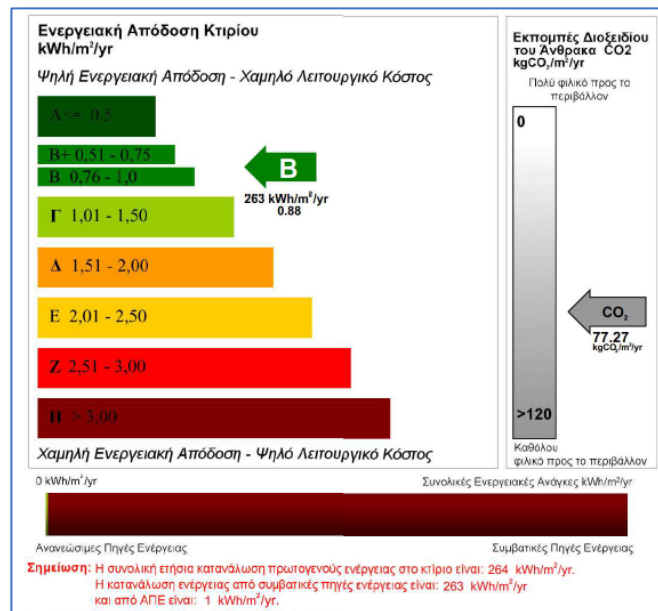
Σημείωση για το U value: Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος που είναι $U \leq 0.4$ W/m²K

Εικόνα 117. Εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν σε δομικά υλικά από σκυρόδεμα και στις επικαλύψεις αυτού στο πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

Συγκριτικά αποτελέσματα:

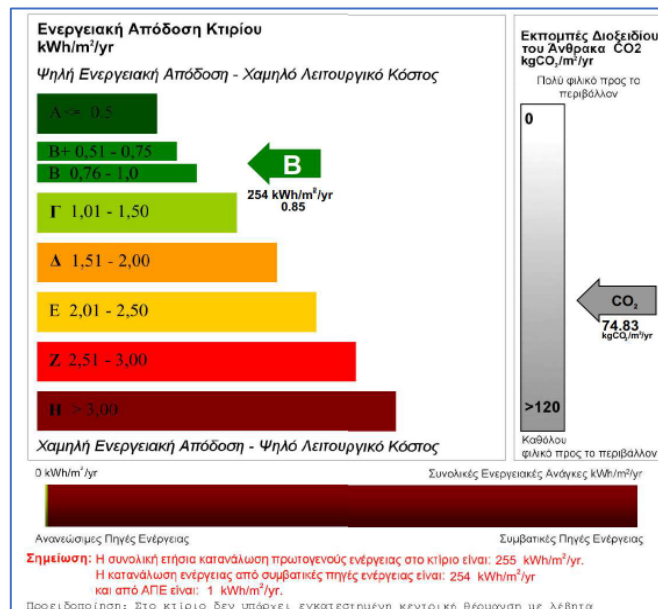
Και στις δυο περιπτώσεις εκτελείται ο έλεγχος σχετικά με την Ενεργειακή Απόδοση του κτιρίου, δίνοντας τα εξής αποτελέσματα:

1^η περίπτωση, με συμβατική θερμομόνωση, (Εικόνα 119).



Εικόνα 118. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου με συμβατική θερμομόνωση στο κέλυφος του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

2^η περίπτωση, με αεριζόμενη πρόσοψη, (Εικόνα 120).



Εικόνα 119. Εξαγωγή πιστοποιητικού ελέγχου μετά από την ανάρτηση αεριζόμενης πρόσοψης στο κέλυφος του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.



Συγκριτικά αποτελέσματα σε σχέση με την εφαρμογή ή μη του συστήματος στα δυο κτίρια, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ 8εκ.	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ	ΜΕΙΩΣΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΙΩΣΗΣ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	B+	B+	-	-
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh/m ² /yr	263	254	-9	3,42%
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ² /yr)	77,27	74,83	-2,44	3,15%

Πίνακας 6. Συγκριτικά στοιχεία μεταξύ του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης με συμβατική θερμομόνωση και του πιστοποιητικού με αεριζόμενα στοιχεία στις όψεις (Ιδια επεξεργασία, 2021)

Σύμφωνα με τα στοιχεία που εισήχθησαν στο πρόγραμμα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και το Πιστοποιητικό που εκδόθηκε, το κτίριο και στις δυο περιπτώσεις κατατάσσεται στην κατηγορία B+, χωρίς να υπάρχει μεταβολή.

Εντούτοις, παρουσιάζεται διαφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, με την πτώση από 152 kWh/m²/yr σε 149 kWh/m²/yr αλλά και μείωση της εκπομπές του CO₂ από 44,70 kgCO₂/m²/yr σε 43,53 kgCO₂/m²/yr.

Στο σύνολο δηλαδή της ωφέλιμης επιφάνεια το κέρδος σε κατανάλωση ενέργειας είναι [5]:

$$1.738 \text{ m}^2 \times 9 \text{ kWh/m}^2/\text{yr} = 15.642 \text{ kWh/yr [5]}$$

Και σε μείωση εκπομπών CO₂ [6]:

$$1.738 \text{ m}^2 \times 2,44 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr} = 4.240,72 \text{ kgCO}_2/\text{yr [6]}$$



4.4. Διερεύνηση οφέλους από την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στην πρόσοψη του κτιρίου κατοικιών και του κτιρίου γραφείων

Τα ηλιακά και τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, μπορούν να θεωρηθούν ως μια μορφή βιομιμισμού, όταν αναρτώμενα στο κέλυφος ενός κτιρίου, λειτουργούν σαν τα φύλλα δέντρου, που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε ωφέλιμη ενέργεια (Khurana, Smart Materials, 2020).

Τα πλεονεκτήματα από την εφαρμογή του συστήματος στην πρόσοψη ενός κτιρίου είναι πολλαπλά όπως:

1. Συμβολή στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, μιας και δίνεται η δυνατότητα παραγωγής ρεύματος, για τροφοδότηση του δικτύου ή για απευθείας εξυπηρέτηση των λειτουργιών του κτιρίου. Ειδικά αν πρόκειται για πολυώροφο κτίριο, η διαθέσιμη επιφάνεια είναι τόσο μεγάλη, που μπορεί να καλυφθεί ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών αναγκών, χωρίς την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.
2. Θερμομόνωση,
3. Ηχομόνωση,
4. Λειτουργεί και με διάχυτη ακτινοβολία,
5. Δεν είναι άμεσα εξαρτώμενο του προσανατολισμού και της κλίσης,
6. Επιτυγχάνεται εξοικονόμηση χώρου, αφού τα φωτοβολταϊκά δεν καταλαμβάνουν πλέον ωφέλιμο χώρο στην οροφή,
7. Μπορούν να τοποθετηθούν και σε υφιστάμενα κτίρια, με την ίδια τεχνική των αεριζόμενων προσόψεων, εξασφαλίζονται όσα πλεονεκτήματα η τεχνική προσφέρει (4green.gr, 2017).

Υπάρχουν όμως και σημαντικά μειονεκτήματα (Πασσά, 2014), όπως:

1. Υψηλό κόστος αγοράς και τοποθέτησης
2. Ηλιακή ενέργεια μη διαθέσιμη τις νυχτερινές ώρες, άρα απαιτείται η προμήθεια και εγκατάσταση επιπλέον συστήματος αποθήκευσης της ενέργειας.
3. Κατασκευή από μη ανακυκλώσιμα υλικά τα οποία μετά το πέρας της εγγύησης λειτουργίας για 20 - 25 έτη χρήζουν απομάκρυνσης ή αντικατάστασης.

Αναλόγως της τεχνολογίας του φωτοβολταϊκού, υπολογίζεται ότι η ηλεκτρική ενέργεια που δύναται να παραχθεί για μόλις ένα τετραγωνικό μέτρο ποικίλλει ανάμεσα σε 20-40 kWh ετησίως, ποσό που επαρκεί για την ηλεκτροδότηση ενός λαμπτήρα εξοικονόμησης 20W για 10.000 ώρες (P.C, 2021).

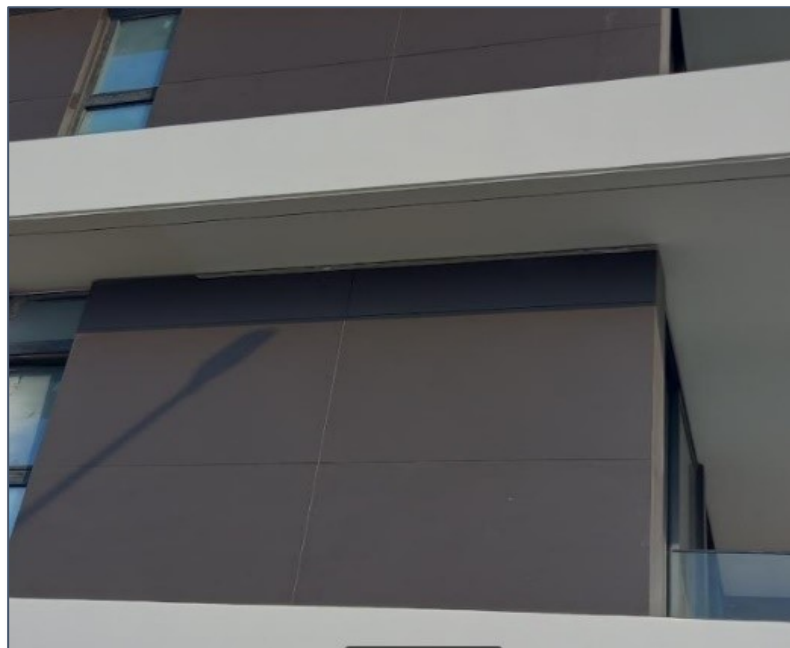
Στην παρούσα διπλωματική θα εξεταστεί το ενδεχόμενο ανάρτησης φωτοβολταϊκών πλαισίων σε τμήματα της νότιας όψης των δυο αναπτύξεων.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα αντικαταστήσουν τμήμα των σύνθετων πάνελς αλουμινίου. Η όψη θα συνεχίσει να είναι αεριζόμενη όπως και προηγουμένως.

Θα ελεγχθεί η συνεισφορά τους στην παράγωγή ενέργειας για τις ανάγκες των κτιρίων, με την εισαγωγή των απαιτούμενων στοιχείων στο λογισμικό «ECO-engine» (MODECSOFT, 2022).

4.4.1. Περίπτωση Α – Κτίριο κατοικιών

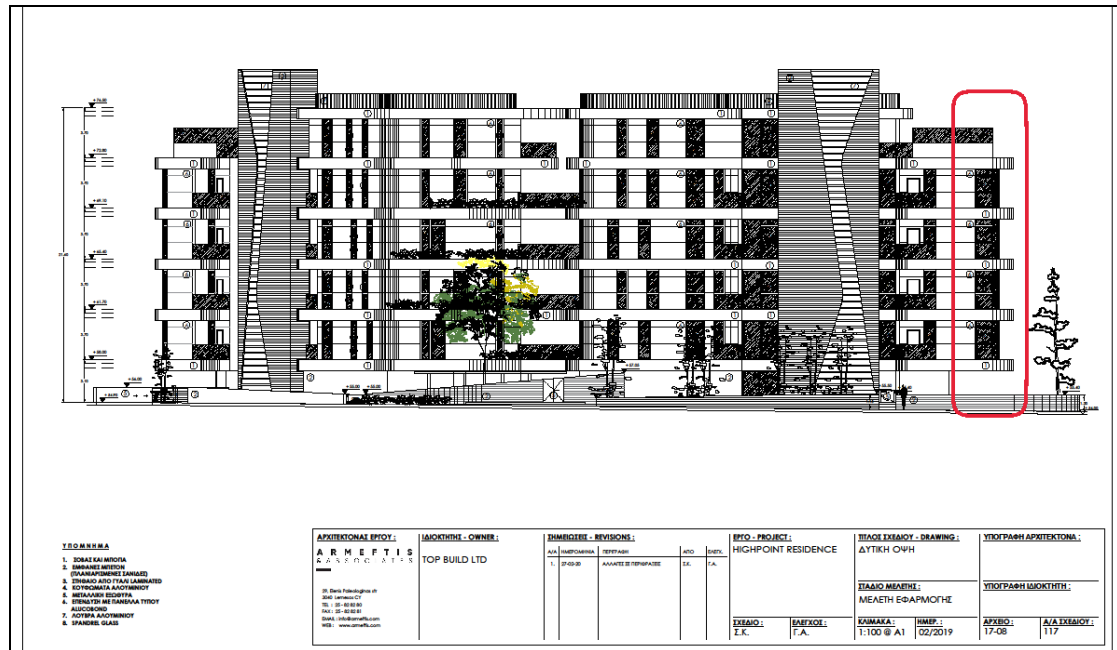
Επιλέγεται η ανάρτηση 114m² φωτοβολταϊκών πάνελς στη νότια όψη του BLOCK I, στους τέσσερις τυπικούς ορόφους, (Εικόνες 121 - 123) και σε αντικατάσταση του σύνθετου πανέλς αλουμινίου.. Λόγω της χωροθέτησης της ανάπτυξης, νότιο προσανατολισμό έχει μόνο η στενή όψη του BLOCK I.



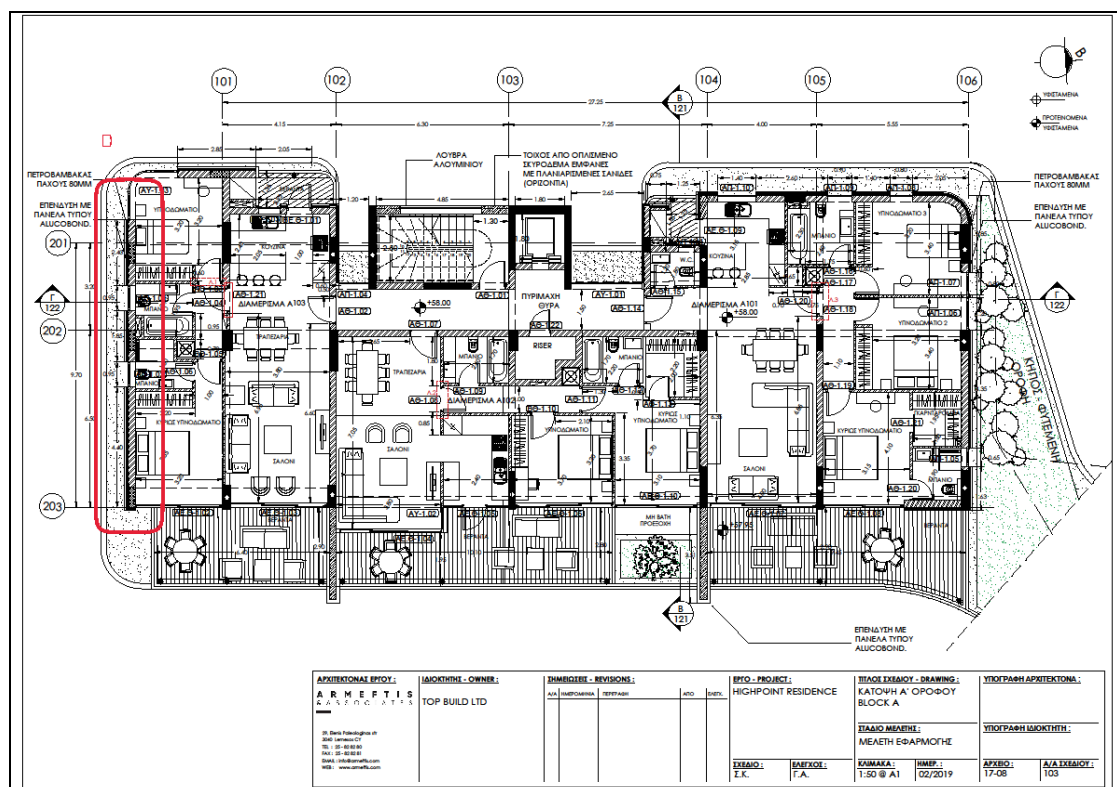
Εικόνα 120. Πρόταση για αντικατάσταση τμήματος των σύνθετων πανέλς αλουμινίου της νότιας όψης με φωτοβολταϊκά, (Ιδια επεξεργασία)



Ελένη Μαβίδου, Διπλωματική Εργασία: “ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ και ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ”

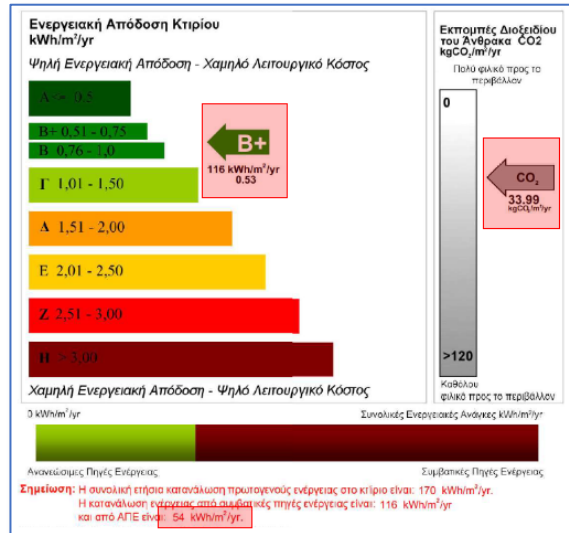


Εικόνα 121. Βορειοδυτική όψη ανάπτυξης,, Ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη, εντός κόκκινου περιγράμματος, (Ιδια επεξεργασία)



Εικόνα 122. BLOCK I, Κάτοψη Τυπικού Ορόφου, Ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη στους τέσσερις όμοιους ορόφους, εντός κόκκινου περιγράμματος, (Ιδια επεξεργασία)

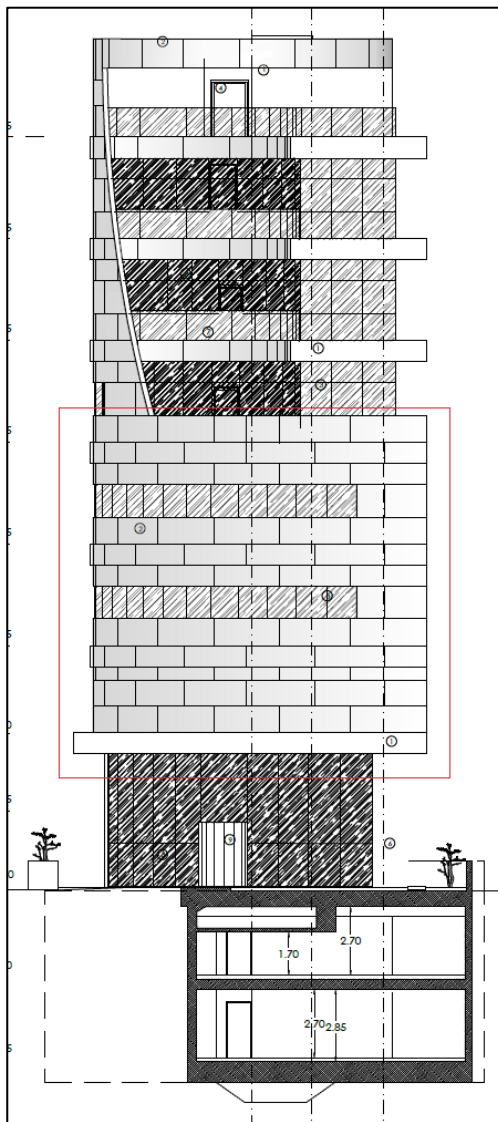
Τα στοιχεία: προσανατολισμός και επιφάνεια των φωτοβολταϊκών εισάγονται στο λογισμικό «ECO-engine» (MODECSOFT, 2022) και προκύπτουν τα πιο κάτω αποτελέσματα, (Εικόνα 124), από τα οποία φαίνεται ότι από το σύνολο 170 kWh/m²/yr της καταναλισκόμενης ενέργειας, τα 116 kWh/m²/yr προέρχονται από συμβατικές πηγές και τα 54 kWh/m²/yr από ΑΠΕ:



Εικόνα 123. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μετά την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στη Νότια όψη του BLOCK I, στους τέσσερις όμοιους ορόφους, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

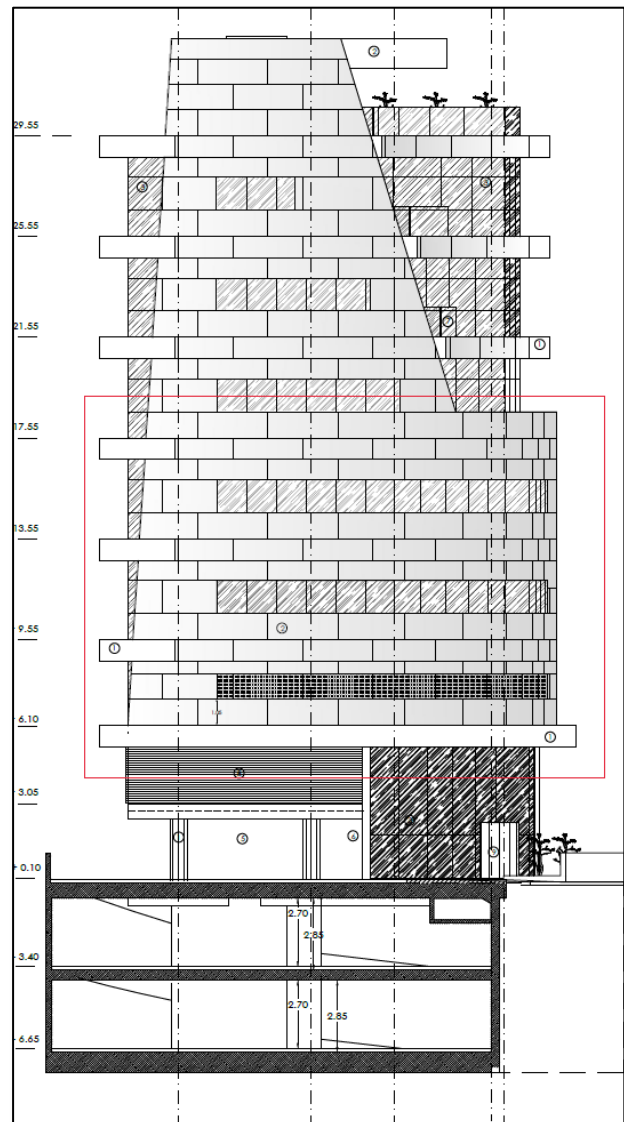
4.4.2. Περίπτωση Β – Κτίριο γραφείων

Επιλέγεται η ανάρτηση 150m² φωτοβολταϊκών πάνελς σε νοτιοδυτικό προσανατολισμό και 140m² φωτοβολταϊκών πάνελς σε νοτιοανατολικό προσανατολισμό, (Εικόνες 125 - 126) και σε αντικατάσταση του σύνθετου πανέλου αλουμινίου.



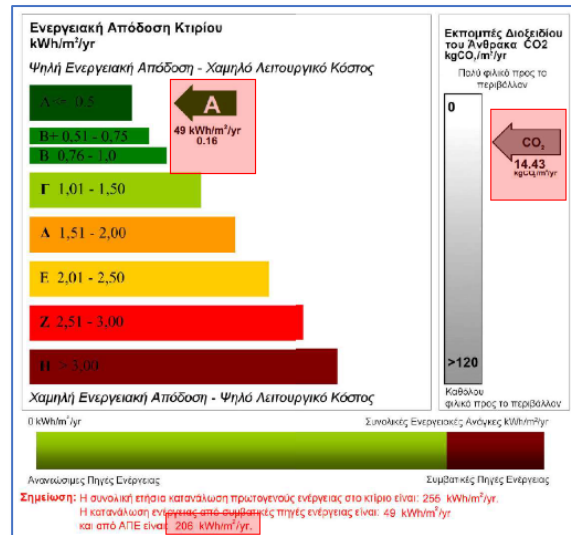
Εικόνα 124, Νοτιοανατολική όψη,

Ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων, εντός κόκκινου περιγράμματος, (Ιδια επεξεργασία)



Εικόνα 125, Νοτιοδυτική όψη,

Τα στοιχεία: προσανατολισμός και επιφάνεια των φωτοβολταϊκών εισάγονται στο λογισμικό «ECO-engine» (MODECSOFT, 2022) και προκύπτουν τα εξής αποτελέσματα, (Εικόνα 127), από τα οποία φαίνεται ότι από το σύνολο 255 kWh/m²/yr της καταναλισκόμενης ενέργειας, τα 49 kWh/m²/yr προέρχονται από συμβατικές πηγές και τα 206 kWh/m²/yr από ΑΠΕ:



Εικόνα 126. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης μετά την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε νοτιοανατολική και νοτιοδυτική όψη του κτιρίου γραφείων, πρόγραμμα υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ECO-engine - MODECSOFT.

4.5. Συγκριτικά αποτελέσματα για την εφαρμογή και την απόδοση του συστήματος

4.5.1. Περίπτωση Α – Κτίριο κατοικιών

Η σύγκριση του νέου Πιστοποιητικού, Εικόνα 124, θα γίνει με το Πιστοποιητικό Ενεργειακής απόδοσης της Εικόνας 110, στο οποίο είχε γίνει ήδη η εφαρμογή της αεριζόμενης πρόσοψης στο κτίριο διαμερισμάτων, οπότε και προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 7:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ BLOCK I	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ (Εικόνα 110)	ΜΕ ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (Εικόνα 124)	ΔΙΑΦΟΡΑ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	B+	B+	-
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh/m ² /yr	149	116	-33
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ kWh/m ² /yr	11	54	+43
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ² /yr)	43,53	33,99	-9,54

Πίνακας 7. Συγκριτικά στοιχεία μεταξύ του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης με αεριζόμενη πρόσοψη και του πιστοποιητικού με αεριζόμενη πρόσοψη και φωτοβολταϊκά πάνελς στην όψη του κτιρίου διαμερισμάτων (Ίδια επεξεργασία)

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, η οποία όμως πραγματοποιείται μόνο στο ένα κτίριο BLOCK I, από 149kWh/m²/yr σε 116kWh/m²/yr. Στο άλλο παραμένει η ίδια 149kWh/m²/yr.
2. Η κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ στην πρώτη περίπτωση αφορούσε μόνο τη χρήση ηλιακών συλλεκτών, τώρα αναφέρεται και στην χρήση των φωτοβολταϊκών πανέλων, με αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ

από 11kWh/m²/yr σε 54kWh/m²/yr. Αυτό αφορά μόνο στο κτίριο BLOCK I, ενώ στο άλλο παραμένει σταθερή 11kWh/m²/yr.

3. Σημαντική μείωση στις εκπομπές CO₂, από 43,53kgCO₂/m²/yr σε 33,99kgCO₂/m²/yr. Αυτό αφορά μόνο στο κτίριο BLOCK I, ενώ στο άλλο παραμένουν σταθερές σε 43,53 kgCO₂/m²/yr.

4.5.2.Περίπτωση Α – Κτίριο γραφείων

Η σύγκριση του νέου Πιστοποιητικού, (Εικόνα 127) θα γίνει με το Πιστοποιητικό της Εικόνας 120, στο οποίο είχε γίνει ήδη η εφαρμογή της αεριζόμενης πρόσοψης στο κτίριο γραφείων, οπότε και προκύπτουν τα αποτελέσματα του Πίνακα 8:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗΣ ΠΡΟΣΟΨΗΣ (Εικόνα 120)	ΜΕ ΑΝΑΡΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ (Εικόνα 127)	ΔΙΑΦΟΡΑ
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	B+	A	-
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ kWh/m ² /yr	254	49	-205
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ kWh/m ² /yr	1	206	+205
ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO ₂ (kgCO ₂ /m ² /yr)	74,83	14,43	-60,40

Πίνακας 8. Συγκριτικά στοιχεία μεταξύ του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης με αεριζόμενη πρόσοψη και του πιστοποιητικού με αεριζόμενη πρόσοψη και φωτοβολταϊκά πάνελς στην όψη, (Ίδια επεξεργασία)

Παρατηρούνται τα εξής:

1. Το κτίριο αλλάζει κατηγορία και από B+ γίνεται A.
2. Σημαντική μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, από 254 kWh/m²/yr σε 49 kWh/m²/yr.



3. Η κατανάλωση ενέργειας από ΑΠΕ, ενώ στην πρώτη περίπτωση αφορούσε μόνο τη χρήση ενός ηλιακού συλλέκτη, τώρα αναφέρεται και στην χρήση των φωτοβολταϊκών πανέλων, με αύξηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ από $1\text{kWh/m}^2/\text{yr}$ σε $206\text{kWh/m}^2/\text{yr}$.
4. Σημαντική μείωση στις εκπομπές CO_2 , από $74,83\text{kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr}$ σε $14,43\text{kgCO}_2/\text{m}^2/\text{yr}$.

5. Συμπεράσματα

Οι αεριζόμενες προσόψεις, με κάθε είδους τελική επιφάνεια, αποτελούν ένα σύστημα παθητικού αερισμού για το κέλυφος ενός κτιρίου.

Η εφαρμογή τους μπορεί να συνεισφέρει όχι μόνο στη διατήρηση ενός σταθερού περιβάλλοντος εσωκλίματος, αλλά να συμβάλει σημαντικά στην ελάττωση της χρήσης μηχανικών μέσων και άρα της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και της εκπομπής CO_2 .

Οι εσωτερικοί χώροι αποκτούν σταθερότητα σε σχέση με την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον, θωρακίζονται από θερμογέφυρες και αρμούς μεταξύ των δομικών υλικών, ενώ το διάκενο βοηθά στην απομάκρυνση της υγρασίας και στην αποφυγή υπερθέρμανσης.

Σύμφωνα βέβαια με τα στοιχεία που εξετάστηκαν και τα σενάρια που διερευνήθηκαν στην παρούσα διπλωματική, φαίνεται, ότι σε σχέση με τη συμβατική θερμομόνωση του κελύφους με διογκωμένη γραφιτούχα πολυστερίνη 8εκ., (η οποία είναι η ελάχιστη αποδεκτή θερμομόνωση για τα δεδομένα της Κύπρου), δεν προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην εξοικονόμηση ενέργειας, ειδικά όταν πρόκειται για κτίρια κατοικιών της κατηγορίας Β. Λίγο σημαντικότερες παρουσιάζονται σε κτίρια γραφείων.

Αντιθέτως, η διαφορά μεγαλώνει σε σημαντικό βαθμό, αν αντί για τα σύνθετα πάνελς αλουμινίου αναρτηθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια, στην ίδια θέση, τα οποία θα συμβάλλουν στο μέγιστο στη συλλογή ηλιακής ενέργειας και στη μετατροπή αυτής σε ωφέλιμη ενέργεια, για τροφοδότηση του δικτύου ή για απευθείας εξυπηρέτηση των λειτουργιών του κτιρίου.



Και πάλι στη περίπτωση του κτιρίου γραφείων το όφελος είναι μεγαλύτερο, μιας και στο κτίριο διαμερισμάτων γίνεται ήδη χρήση ηλιακών πλαισίων, πλήθους ίσου με τα διαμερίσματα, που έχουν ήδη προσμετρηθεί στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Α.Π.Ε. προκειμένου για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης – ΖΝΧ, σε αντίθεση με το κτίριο γραφείων όπου αρχικά τοποθετείται μόνο ένα ηλιακό πλαίσιο, μιας και δεν υπάρχουν παραπάνω απαιτήσεις.

Σημαντική παρατήρηση όμως, η οποία θα πρέπει να τονιστεί, είναι και η αδυναμία των λογισμικών που εκτελούν τις μελέτες ενεργειακής απόδοσης να συμπεριλάβουν ορθά το στοιχείο της αεριζόμενης πρόσοψης στους υπολογισμούς τους.

Ειδικά η λεπτομέρεια της κίνησης του αέρα εντός του διάκενου, στο πίσω μέρος της αεριζόμενης πρόσοψης, με τα πλεονεκτήματα που αυτό προσφέρει, είναι ένα χαρακτηριστικό το οποίο πρέπει οπωσδήποτε να συμπεριληφθεί ως επιλογή στην εισαγωγή των στοιχείων που αφορούν τα κατακόρυφα στοιχεία του κελύφους, πιθανόν και ως ανεξάρτητο και επεξεργάσιμο στοιχείο.

Διαφορετική επιλογή θα πρέπει να υπάρχει επίσης και για το υλικό της τελικής επένδυσης, αλλά και για το χρωματισμό αυτού, καθώς διαφορετική απορρόφηση ηλιακής ενέργειας παρατηρείται απο σκουρόχρωμες και ανοιχτόχρωμες επιφάνειες.

Και, όπως υπάρχει η επιλογή για την τοποθέτηση ή μη φωτοβολταϊκών πλαισίων στο εξεταζόμενο κτίριο, θα πρέπει να γίνει αναβάθμιση στα λογισμικά, ώστε να ενσωματωθεί και η επιλογή της τοποθέτησης αεριζόμενης πρόσοψης.



Βιβλιογραφία

- (Υ.ΠΕ.Κ.Α.), Υ. Π. (2015). ΚΕΝΑΚ. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (Κ.Εν.Α.Κ.). Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας ΤΕΕ. Ανάκτηση Ιούνιος 5, 2022, από <http://www.kenak.gr/>
- 4green.gr. (2017, Σεπτέμβριος 25). Φωτοβολταϊκά σε σκίαστρα, στέγες, προσόψεις: σώζουν χώρο! 4green.gr. Ανάκτηση Ιούλιος 25, 2022, από Ανάκτηση από: https://www.4green.gr/news/data/fwtoboltaika/Fwtoboltaika-se-skiastra,-steges,-prosopseis-swzoun-xwro_117276.asp
- Aayush Chaudhary, B. ο. (2021, Οκτωβρίου 19). *wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Δεκεμβρίου 07, 2021, από Ανάκτηση από: <https://wfmmmedia.com/sustainable-buildings-role-of-green-facades/>
- Aishwarya Khurana, S. A. (2020, Φεβρουαρίου 10). *wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmmedia.com/smart-facades-advancements-in-materials-technologies/>
- Akhil Chacko, E. ο. (2021, Νοεμβρίου 23). *wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmmedia.com/evolution-of-modern-facades-for-sustainable-development/>
- alunet.gr. (2019). *alunet.gr, Ενημερωτικό Portal για το αλουμίνιο και τις εφαρμογές του*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://www.alunet.gr/2019/01/9930v>
- andrewmarsh. (Επίσκεψη: 2021). *andrewmarsh*. Ανάκτηση Νοέμβριος 15, 2021, από <http://andrewmarsh.com>
- Ar. Rohin Sher. (2019, Δεκέμβριος).
- Ar. Rohin Sher, E. H. (2019, Δεκέμβριος). *wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmmedia.com/energy-harvesting-facades/>
- Armeftis Partners LLC. (1995 - σήμερα). Αρχιτεκτονικό Γραφείο. Λεμεσός, Κύπρος.
- Balog, V. (2020, Απρίλιος 10). *wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Μάρτιος 28, 2022, από <https://wfmmmedia.com/closed-cavity-facade-a-type-of-double-skin-facade/>
- Bratislav Svetozarevic, Zoltan Nagy, Johannes Hofer, Dominic Jacob, Moritz Begle, Eleni Chatzi, & Arno Schlueter. (2016). SoRo-Track: A Two-Axis Soft Robotic Platform for Solar Tracking and Building-Integrated Photovoltaic Applications. *International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*.
- businessincyprus. (2020, Δεκέμβριος 08). Ανάκτηση Ιούλιος 02, 2022, από <https://www.businessincyprus.gov.cy/el/business-sectors/energy-efficiency/>
- businessincyprus. (2020, Δεκεμβρίου 08). *businessincyprus.gov.cy*. Ανάκτηση Ιούλιος 02, 2022, από Ανάκτηση από: <https://www.businessincyprus.gov.cy/el/business-sectors/energy-efficiency/>



- cdkn.org. (2014). Ανάκτηση Ιούνιος 10, 2022, από <https://cdkn.org/sites/default/files/files/Coastal-Case-Studies.pdf>
- Charest , V. (2022). Ανάκτηση Απρίλιος 10, 2022, από <https://www.charest-valentine.com/casestudy-marcel-breuer-stjohns-abbey/wy34gu2lbvho7lybnvunfr303gs2oe>
- Chaudhary, A. (2021, Οκτωβρίου 19). *wfmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιανουάριος 23, 2022, από <https://wfmmedia.com/sustainable-buildings-role-of-green-facades/>
- Colorando, N. P. (2018). Ανάκτηση Φεβρουάριος 09, 2022, από https://www.nps.gov/meve/learn/historyculture/mt_sun_temple.htm
- D. Bikasa, K. T. (2017). *Ventilated Facades: Requirements and Specifications Across Europe*. Ανάκτηση από www.sciencedirect.com
- Daniels, S. (2019, Σεπτέμβριος 13). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 28, 2022, από <https://wfmmedia.com/facade-engineering-building-facade/>
- ecoLogicStudio. (2018). *designboom*. Ανάκτηση Μάιος 21, 2022, από <https://www.designboom.com/technology/ecologicstudio-photo-synth-etica-11-09-2018/>
- ecopress.gr. (χ.χ.). Ανάκτηση Φεβρουάριος 12, 2022, από <https://ecopress.gr/ypen-o-neos-oikodomikos-kanonismos-me-tis-allages-pou-fernei-to-neo-nomoschedio/>
- el.thpanorama.com/*. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από <https://el.thpanorama.com/articles/medio-ambiente/porcentajes-de-energia-en-el-mundo-gas-petrleo-y-otras.html>
- Energy efficiency statistics. (Επίσκεψη: 2022). (EUROSTAT, Συντάκτης) Ανάκτηση 07 02, 2022, από https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_efficiency_statistics
- ergatex. (Επίσκεψη: 2021). Ανάκτηση Ιούνιος 10, 2022, από http://www.ergatex.gr/images/uploads/general_photos/TOIXOS_%CE%BC%CE%B5_%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CE%BA%CE%B5%CE%BD%CE%BF-2.jpg
- europa.eu. (2015). Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-28,_2015_\(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent\)_YB17.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Final_energy_consumption,_EU-28,_2015_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent)_YB17.png)
- European Union Law. (1992). Σύμβαση για τη βιολογική ποικιλομορφία, (Σύμβαση του Ρίο). Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://eur-lex.europa.eu/EL/legal-content/summary/convention-on-biological-diversity.html>
- European Union Law. (1997). Πρωτόκολλο του Κυότο για τις κλιματικές μεταβολές. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=LEGISSUM%3AI28060>
-



- EUROSTAT. (2022). Energy efficiency statistics. (EUROSTAT, Συντάκτης) Ανάκτηση Ιούλιος 02, 2022, από https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_efficiency_statistics
- EUROSTAT. (Επίσκεψη: 2022). Energy production and imports. (EUROSTAT, Συντάκτης) Ανάκτηση Ιούλιος 02, 2022
- Fassade der Zukunft . (2019). Ανάκτηση Ιούνιος 11, 2022, από <https://www.fvfh.de/facade/VHF-System/Aufbau-und-Technik.php>
- geo.auth.gr. (Επίσκεψη: 2022). Κατάταξη Κατάταξη και περιγραφή περιγραφή των Κλιμάτων. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από http://www.geo.auth.gr/courses/gmc/gmc431e/th/Lesson10_Classification.pdf
- Gibson, E. (2017, Αύγουστος 23). *dezeen.com*. Ανάκτηση Μάιος 20, 2022, από <https://www.dezeen.com/2017/08/23/copenhagen-international-school-c-f-moller-architects-12000-solar-panels-denmark/>
- googlemaps. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση Ιανουάριος 25, 2022, από <https://www.google.com/maps>
- Horizon, 2. (2021). *Energy efficiency trends and policies*. European Union Funding for Research and Innovation.
- <https://www.theworldcounts.com/>. (χ.χ.). Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022
- <https://yearbook.enerdata.net/>. (2020). Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>.
- Iqbal, A. (2019, Σεπτέμβριος 10). *wfmmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Μάιος 02, 2022, από <https://wfmmmedia.com/energy-efficient-ventilated-facade-systems/>
- I-R Baci, D N Isopescu, M L Lupu, S G Maxineas, L Pruna, S Dan, Baci, I.-R., Isopescu, D., Lupu, M., & Maxineas, S. (2021). *Ventilated facade solutions*. IOP Publishing.
- Juan Zhou, & Youming Chen. (2010, Μάιος). A review on applying ventilated double-skin facade to buildings in hot-summer and cold-winter zone in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(4), σσ. 1321-1328.
- kentromonoseon. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση Φεβρουάριος 12, 2022, από <https://www.kentromonoseon.gr/fytemena-dwmata/>
- Khurana, A. (2020, Φεβρουάριος 10). *Smart Architecture : Advancements in Materials & Technologies*. Ανάκτηση Δεκέμβριος 15, 2021, από wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community: <https://wfmmmedia.com/smart-facades-advancements-in-materials-technologies/>
- Khurana, A. (2020, Φεβρουάριος 10). *Smart Facades: Biomimicry & Biomimetic Facades*. Ανάκτηση Δεκέμβριος 15, 2021, από wfmmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community: <https://wfmmmedia.com/smart-facades-advancements-in-materials-technologies/>



- Khurana, A. (2020, Φεβρουαρίου 10). *wfmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Μάιος 02, 2022, από <https://wfmmedia.com/smart-facades-advancements-in-materials-technologies/>
- knaufinsulation*. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.knaufinsulation.co.za/applications/partitionswalls/ventilated-facade-systems>
- Kotaro Nishiki. (2021). Ανάκτηση Απρίλιος 02, 2022, από <http://kotaronishiki.com/>
- KTIRIO. (Επίσκεψη: 2022). Κατασκευή αεριζόμενης διπλής όψης με στοιχεία από την παράδοση σε κτίριο γραφείων στην Ινδία, Sanjay Puri Architects. *KTIRIO*. Ανάκτηση Μάρτιος 16, 2022, από <https://www.ktirio.gr/el/%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BE%CE%B5%CE%BD%CE%B1-%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%B9%CE%B1/%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%BA%CE%B5%CF%85%CE%AE-%CE%B1%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B6%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%B7%C>
- landcogroup. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση Απρίλιος 20, 2022, από <https://www.landcogroup.gr/>
- M.A.Shameri, M.A.Alghoul, K.Sopianb, M. Fauzi , M.Zaina, & OmkalthumElay. (2011, Απρίλιος). Perspectives of double skin façade systems in buildings and energy saving. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), σσ. 1468-1475.
- Madappallath, A. (2019, Μάρτιος 28). Ανάκτηση Μάρτιος 30, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmedia.com/tensile-fabric-shall-play-an-important-role-in-facades-of-the-future/>
- Madappallath, A. (2019, Μαρτίου 28). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Μάρτιος 30, 2022, από <https://wfmmedia.com/tensile-fabric-shall-play-an-important-role-in-facades-of-the-future/>
- Madappallath, A. (χ.χ.). *wfmmedia.com*. Ανάκτηση Ιούλιος 15, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmedia.com/tensile-fabric-shall-play-an-important-role-in-facades-of-the-future/>
- meteorologiaenred. (Επίσκεψη: 2022). Ταξινόμηση κλίματος Köppen: τύποι κλίματος. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από <https://www.meteorologiaenred.com/el/clasificacion-climatica-koppen.html>
- MODECSOFT. (2022). ECO-engine, Energy Building Modeling and Certification. ΛΕΜΕΣΟΣ, ΚΥΠΡΟΣ. Ανάκτηση από <https://www.modecsoft.com/site/eco-engine/>
- OTH architecten. (2007). Kraanspoor Amsterdam. *archello*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://archello.com/project/kraanspoor-amsterdam>
- ourworldindata. (Επίσκεψη: 2022). Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε Ελλάδα και Κύπρο. Ανάκτηση 07 02, 2022, από <https://ourworldindata.org/energy-production-consumption>
-



- P.C, G. (2021). Φωτοβολταϊκή Αεριζόμενη Πρόσοψη - Διπλό Κέλυφος. Ανάκτηση Ιούλιος 24, 2022, από <https://www.greenstruct.gr/content/51/fotovolta%CF%8Aki-aerizomeni-prosopsi-diplo-kelyfos-/>
- Pradeep Barpande. (2019, Ιούλιος 01). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούνιος 20, 2022, από <https://wfmmedia.com/living-wall-creating-green-facade/>
- PRIME DESIGN, V.-E.-V. L. (Από το 2010). Εταιρεία Συμβούλων Ηλεκτρολόγων & Μηχανολόγων.
- quintinlake. (2010). Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από https://www.quintinlake.com/image/I0000daczy_glbFY
- R.Høseggen, B.J.Wachenfeldt, & S.O.Hanssen. (2008). Building simulation as an assisting tool in decision making: Case study: With or without a double-skin façade? *Energy and Buildings*, 40(5), σσ. 821-827.
- Rai, R. (2019, Ιούνιος 05). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση από <https://wfmmedia.com/ventilated-facade-systems>
- Reeshika Rai. (2019, Ιούνιος 5). *wfmmedia*. Ανάκτηση Απρίλιος 10, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmedia.com/ventilated-facade-systems/>
- Rouhollah Norouzi, R. M. (2019). *sciencedirect*. Ανάκτηση Απρίλιος 19, 2022, από <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/double-skin-facade>
- Sai Balaji. (2020, Ιούλιος 13). *wfmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση από <https://wfmmedia.com/intelligent-building-envelopes/>
- scribblemaps. (Επίσκεψη: 2022). Επαρχία και πόλη της Λεμεσού. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από https://www.scribblemaps.com/maps/view/%CE%A7%CE%AC%CF%81%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%9B%CE%B5%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%BF%CF%8D/BNCxBivLWe
- Souza, E. (2019, Αύγουστος 20). *archdaily, The world's most visited architecture website*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 28, 2022, από <https://www.archdaily.com/922897/how-do-double-skin-facades-work>
- Souza, E. (2020, Φεβρουαρίου 24). *archdaily, The world's most visited architecture website*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 28, 2022, από <https://www.archdaily.com/933692/creating-vertical-gardens-and-green-facades-with-steel-cables>
- Thpanorama. (2017). Ανάκτηση Ιανουάριος 26, 2022, από <https://el.thpanorama.com/articles/medio-ambiente/porcentajes-de-energa-en-el-mundo-gas-petrleo-y-otras.html>
- Till Pasquay. (2004, Απρίλιος). Natural ventilation in high-rise buildings with double. *Energy and Buildings*, 36(4), 381-389.
- Unesco. (1996). Ανάκτηση Ιανουάριος 30, 2022, από <http://whc.unesco.org/en/list/787>
-



- Unesco. (1996). *whc.unesco.org*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <http://whc.unesco.org/en/list/787>
- Walinjkar, U. (2020, Αύγουστος 31). *wfmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Retrieved Απρίλιος 19, 2022, from <https://wfmmedia.com/rainscreen-ventilated-facade/>
- Walinjkar, U. (2020, Αυγούστου 31). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Μάρτιος 28, 2022, από <https://wfmmedia.com/rainscreen-ventilated-facade/>
- Walinjkar, U. (χ.χ.). *wfmmedia.com*. Ανάκτηση Μάρτιος 28, 2022, από Ανάκτηση από: <https://wfmmedia.com/rainscreen-ventilated-facade/>
- Weather, C. (Επίσκεψη: 2021). Ανάκτηση Νοέμβριος 28, 2021, από <https://cdn.hikb.at/charts/meteo-average-weather/republiccyprus-meteo-average-weather.png>
- wfmmedia. (2016, Σεπτέμβριος 13). *wfmmedia.com, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://wfmmedia.com/ventilated-facade-solutions-from-innowood/>
- wfmmedia. (2019, Αύγουστος 26). *wfmmedia, Digital Facade & Fenestration Community*. Ανάκτηση Ιούνιος 15, 2022, από <https://wfmmedia.com/aluminium-composite-panels-leading-sustainable-architecture/>
- wikipedia. (Επίσκεψη: 2022). *el.wikipedia.org*. Ανάκτηση Ιουλίου 09, 2022, από https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%B5%CF%80%CE%B1%CE%BD%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7
- wikipedia. (Επίσκεψη: 2022). Κλίμα της Κύπρου κατά Köppen. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9A%CE%BB%CE%AF%CE%BC%CE%B1_%CF%84%CE%B7%CF%82_%CE%9A%CF%8D%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%85
- Yao Tao, Haihua Zhang, Lili Zhang, Guomin Zhang, Jiyuan Tu, & Long Shi. (2021). Ventilation performance of a naturally ventilated double-skin façade. *Renewable Energy*, 167, σσ. 184-198.
- yj-tent.en. (Επίσκεψη: 2022). Ανάκτηση από <https://yj-tent.en.made-in-china.com/product/XdwETrAxsFVL/China-PVDF-Umbrella-Tensile-Fabric-Structure-Fabritecstructures-Manufacturer.html>
- AHK. (2021). Ανάκτηση 07 25, 2022, από <https://www.eac.com.cy/EL/RegulatedActivities/Supply/tariffs/Pages/Fuel-Cost.aspx>
- Ανδρουτσόπουλος, Α. (2018, Δεκέμβριος). Σύγχρονες τεχνολογίες κτιριακού κελύφους, Ημερίδα: Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων και δημόσιων χώρων. Κόρινθος.



- Ανδρουτσόπουλος, Α., Αραβαντινός, Δ., Αξαρή, Κ., Θεοδοσίου, Θ., & Τσιακαλουδάκη, Κ. (2011). *ΚΑΤΑΡΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ, Α ΕΚΔΟΣΗ*. ΑΘΗΝΑ: ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ.
- ΑΝΕΛΙΞΙΣ, Έρευνα, Προώθηση και Διάδοση εφαρμογών Α.Π.Ε. και , & Οικολογικής Αρχιτεκτονικής. (2013). *anelixi2020.org*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 12, 2022, από <https://anelixi2020.org/html-files-to-import/ANELIXI/www.anelixi.org/oikologiki-architektoniki/bioklimatikos-sxediasmos-ktirion/ilios-kai-thermansii/index.html>
- Βέττας, Ν., Danchev, S., & Μανιάτης, Γ. (2021, 04). *Ο Τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα: Τάσεις, Προοπτικές, Προκλήσεις*. Διανέοσις, Οργανισμός έρευνας & ανάλυσης.
- Βουλή των Αντιπροσώπων. (2006). *Ο Περί Ρύθμισης της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων*. Κύπρος.
- Γάκης, Ν., & Ψωμάς, Σ. (2015, Φεβρουάριος). *greenpeace.org*. Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από <https://www.greenpeace.org/static/planet4-greece-stateless/2018/02/full-report.pdf>
- Γραφείο Τύπου και Πληροφοριών. (2017). 2ο Εθνικό σχέδιο για αύξηση των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.
- Δημόπουλος, Π. Δ. (2014, 11 21). *ΕΘΝΙΚΗ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ & ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ*. Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής. Ανάκτηση από <https://www.wordreference.com/definition/habitat>
- Εγκυκλοπαίδεια, Μ. Κ. (χ.χ.). *polignosi*. Ανάκτηση Ιανουάριος 30, 2022, από <http://www.polignosi.com: http://www.polignosi.com/cgi-bin/hweb?-A=12200&-V=limmata>
- Ελληνική Στατιστική Αρχή. (2013, Οκτώβριος 29). *statistics.gr*. Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από https://www.statistics.gr/el/statistics?p_p_id=documents_WAR_publicationsportlet_INSTANCE_qDQ8fBKko4IN&p_p_lifecycle=2&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_cacheability=cacheLevelPage&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=4&p_p_col_pos=1&_document
- Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία. (2013, Οκτώβριος 29). Έρευνα κατανάλωσης ενέργειας στα νοικοκυριά. Ανάκτηση Ιούλιος 05, 2022, από <https://www.statistics.gr/el/statistics/-/publication/SFA40/->
- Ενέργεια, Κ. Α. (2005, Αύγουστος 11). Βιοκλιματικός σχεδιασμός. Ανάκτηση Ιούλιος 09, 2022, από http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm
- Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου. (2011). Κτιριακό απόθεμα Κύπρου. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από https://www.cea.org.cy/wp-content/uploads/2021/07/ethniko-ktiriako-apothema_cea.pdf
- Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου. (2020, Μάιος). Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από <https://www.cea.org.cy/wp-content/uploads/2020/06/egcheiridio-gia-ta-noikokyria.pdf>
-



- Επίσημος ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Κ. α. (Επίσκεψη: 2022). europa.eu. Ανάκτηση Ιούλιος 09, 2022, από https://europa.eu/climate-pact/about/climate-change_el
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (1986). Ενιαία Ευρωπαϊκή Πράξη (ΕΕΠ). Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/el/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/single-european-act>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (1992). Συνθήκη για την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΣΕΕ)/Συνθήκη του Μάαστριχτ. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/el/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/maastricht-treaty>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (1999). Συνθήκη του Άμστερνταμ. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/el/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-amsterdam>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2009). Το Κοινοβούλιο μετά τη συνθήκη της Λισαβόνας: Ενισχυμένος ρόλος στη διαμόρφωση της Ευρώπης. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.europarl.europa.eu/about-parliament/el/powers-and-procedures/the-lisbon-treaty>
- Ευρωπαϊκό κοινοβούλιο. (2018). Πώς καταπολεμά η Ε.Ε. την κλιματική αλλαγή. Ανάκτηση Ιούλιος 03, 2022, από <https://www.europarl.europa.eu/news/el/headlines/society/20180703STO07129/p-os-katapolema-i-ee-tin-klimatiki-allagi>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2021, 10). *europarl.europa.eu*. (C. Kurrer, Επιμελητής) Ανάκτηση Ιούλιος 09, 2022, από <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/el/sheet/71/%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CF%82-%CE%B1%CF%>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο. (2021). Η επικαιροποίηση της νομοθεσίας σχετικά με την πρόσβαση στη δικαιοσύνη για περιβαλλοντικά θέματα (κανονισμός Aarhus) προσυπογράφεται από τους πρέσβεις στην ΕΕ. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.consilium.europa.eu/el/press/press-releases/2021/07/23/eu-ambassadors-endorse-update-to-legislation-on-access-to-justice-in-environmental-matters-aarhus-regulation/>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο. (2001). Σύσταση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 4ης Απριλίου 2001 για τον καθορισμό ελάχιστων κριτηρίων σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιθεωρήσεις στα κράτη μέλη. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από Ανάκτηση από: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001H0331&from=EL>
- Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, & Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (2002). Οδηγία 2002/91. Βρυξέλλες: Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων.
-



- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο. (2019, Δεκέμβριος). Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/>
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, Σ. τ. (2019, Δεκέμβριος). *consilium.europa.eu*. Ανάκτηση Ιούλιος 09, 2022, από <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/>
- Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος. (2016). Κατανάλωση των νοικοκυριών. Ανάκτηση Ιούλιος 02, 2022, από <https://www.eea.europa.eu/el/themes/households/intro>
- Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας. (1979, Ιούλιος 4). Κανονισμός δια τη θερμομόνωση κτιρίων. (Τεύχος Τέταρτο, Φύλλο 362). Αθήναι.
- Ζαχαρίου, Κ. (2021, Νοέμβριος 6). *dialogos.com.cy*. Ανάκτηση Νοέμβριος 6, 2021, από <https://dialogos.com.cy/protathlites-stin-energeiaki-ftocheia/>
- Ίδια επεξεργασία. (2021).
- Καλογήρου, Λ. (2008). *Θερμική συμπεριφορά σύνθετων τοίχων*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Μηχανολόγων Μηχανικών, ΑΘΗΝΑ.
- Καλοκαιρινού, Έλλη Α. (2012, Ιούλιος 25). Δομικά υλικά εσωτερικών χώρων και ο ρόλος τους στο σύνδρομο του άρρωστου κτηρίου. *greekarchitects, το e-περιοδικό για την αρχιτεκτονική*. Ανάκτηση Ιούλιος 18, 2022, από <https://www.greekarchitects.gr/gr/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%B1-%CE%B8%CE%B5%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1/%CE%B4%CE%BF%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CF%85%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B5%CF%83%CF%89%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%B>
- ΚΑΠΕ, & Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης, Ε. (2005, Αύγουστος 11). Ηλιασμός. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/hliasmos.htm
- Καραχάλιου, Β. (2010, Απρίλιος). Διπλοκέλυφες κατασκευές και προσόψεις. Τεχνικά θέματα.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2005, Αύγουστος 11). Ανάκτηση Απρίλιος 29, 2022, από Ανάκτηση από: http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2013). *cres.gr*. Ανάκτηση Ιανουάριος 31, 2022, από Ανάκτηση από: <http://www.cres.gr/energyhubforall/2.2.1.html>
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας. (2000, 12). Θερμομόνωση, Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας, Τομέας Ενέργειας και Φυσικών Πόρων, Γενική Γραμματεία Υπουργείου Ανάπτυξης. Ανάκτηση 07 02, 2022, από http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonosi.htm
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης, Ε. (2005, Αύγουστος 11). *cres.gr*. Ανάκτηση Μάρτιος 07, 2022, από



http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm

Κουταλιανός, Σ. (2013, 09 29). *Η ιστορία της αντιπαροχής στην Ελλάδα*. Ανάκτηση Μάιος 06, 2022, από <https://koutalianossimos.wordpress.com/>

Μανιάτης, Γ., Παρατσιώκας, Ν., Βαλάσκας, Κ., Βέττας, Ν., & Danchev, S. (2021). *Ο Τομέας Ενέργειας στην Ελλάδα: Τάσεις, Προοπτικές και Προκλήσεις*. Διανέοις, Οργανισμός Έρευνας & Ανάλυσης.

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. (Επίσκεψη: 2021). Ανάκτηση Νοέμβριος 28, 2021, από http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLClimatological2b_maps2_gr/DMLClimatological2b_maps2_gr?OpenForm

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. (Επίσκεψη: 2021). Ανάκτηση Νοέμβριος 17, 2021, από http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcharts_gr/DMLcharts_gr?opendocument

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. (Επίσκεψη: 2021). *moa.gov.cy*. Ανάκτηση Νοέμβριος 18, 2021, από Ανάκτηση από: http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLClimatological2b_maps2_gr/DMLClimatological2b_maps2_gr?OpenForm

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. (Επίσκεψη: 2021). *moa.gov.cy*. Ανάκτηση Δεκέμβριος 10, 2021, από http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcharts_gr/DMLcharts_gr?opendocument

Μετεωρολογική Υπηρεσία Κύπρου. (Επίσκεψη: 2021). Κλιματολογικά Σχεδιαγράμματα. Ανάκτηση Νοέμβριος 18, 2021, από http://www.moa.gov.cy/moa/ms/ms.nsf/DMLcharts_gr/DMLcharts_gr?opendocument

Μιχαλάκη, Μ. (2009). Τα φυτεμένα δώματα και η συμβολή τους στον αστικό χώρο. *ΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ*.

Νημάς, Θ., Σχολινάκη-Χελιώτη, Χ., Κολιόπουλος, Ι., Σβολόπουλος, Κ., & Χατζηβασιλείου, Ε. (2021). *ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΝΕΟΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΚΟΣΜΟΥ*. Αθήνα: ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

ΝΟΗΣΙΣ, & Τεχνολογίας, Κ. Δ. (Επίσκεψη: 2022). *noesis.edu*. Ανάκτηση Φεβρουάριος 06, 2022, από <https://www.noesis.edu.gr/noesis-online/wiki-technologias/environment/%CE%B1%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1/%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1/>

Παπαδόπουλος, Α. (2016). *Θερμική Άνεση στα Κτίρια. Νέα Πρότυπα και Βελτίωση Θερμικής Άνεσης στα Κτίρια*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής.

Παπαμανώλης, Ν. (2015). Δομική φυσική και αρχές περιβαλλοντικού σχεδιασμού κτιρίων. Retrieved from <https://repository.kallipos.gr/cloud-reader->



lite/exports/5405/unzipped/OEBPS/master_document_papamanolis_epub_neo2-69.xhtml.

Πασσά, Θ. (2014). *Μέθοδοι βελτίωσης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών, Διπλωματική Εργασία*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Τμήμα Μηχανικών Οικονομίας και Διοίκησης.

Πέτρακκας, Μ., Αχιλλέως, Μ., Κύπρου, Σ., Καρρά, Σ., & Ιωάννου, Α. (2021). *Κτιριακό Απόθεμα της Κύπρου, Υφιστάμενη κατάσταση, τάσεις και προοπτικές για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης*. Ενεργειακό Γραφείο Κύπρου.

Προεδρικό διάταγμα 41/18 - Άρθρο. (2018). Παράρτημα Δ: Αντίδραση στη Φωτιά - Σύστημα Ευρωπαϊκών Κλάσεων.

Πύλη για την Ελληνική Γλώσσα. (Επίσκεψη: 2022). Λεξικό της κοινής νεοελληνικής. Ανάκτηση Ιούλιος 09, 2022, από https://www.greek-language.gr/greekLang/modern_greek/tools/lexica/triantafyllides/search.html?lq=%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%AF%CE%B1&dq=

Ριζοπούλου, Σ., Χειμώνα, Χ., Κούκου, Δ., & Γκίκας, Δ. (2022). *Περί βιομηχανικής και βιομίμησης*. Ανάκτηση Ιούλιος 24, 2022, από <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/8089>

Σουλιώτης, Ε. (Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019). *Φαινόμενα μεταφοράς μάζας – θερμότητας. 2η Διάλεξη Μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας*.

Σπυροπούλου, Π., & Τσακαλάκη, Ε. (2013). *Διερεύνηση πρακτικών δόμησης στις χωμάτινες κατασκευές*. Ανάκτηση από https://www.greekarchitects.gr/site_parts/doc_files/176.15.04.pdf

Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δ. Ε. (2016, 03 Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, Στατιστικά στοιχεία, έτος 2015). ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ, ΕΤΟΣ 2015. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. (2011). *Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών Εκπαιδευτικό Υλικό, Κλίμα και εσωτερικό περιβάλλον, Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων*. Αθήνα: ΤΕΕ.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος. (2017). 20701-1/2017, ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου. (2014). *Μετεωρολογικοί και Χρωματικοί Χάρτες Κύπρου*.

Τμήμα Περιβάλλοντος Κύπρου. (Επίσκεψη: 2022). Διεθνείς Συμβάσεις & Οργανισμοί. Ανάκτηση Ιούλιος 22, 2022, από <http://www.moa.gov.cy/moa/environment/environmentnew.nsf/All/5BD85E32DC7C0D80C225802F003C5493?OpenDocument>

Τουλουπάκη, Ε., Μεταξά, Κ., & Κοροβέση, Α. (2017). *Ενεργειακή Φτώχεια στην Ελλάδα, Προτάσεις κοινωνικής καινοτομίας για την αντιμετώπιση του φαινομένου*. Ίδρυμα



Χαϊνριχ Μπελ Ελλάδας. Ανάκτηση Ιούνιος 13, 2022, από Ανάκτηση από:
https://gr.boell.org/sites/default/files/energeia_final.pdf

Τσίγκας, Ε. (1994). *Ενεργειακός Σχεδιασμός - Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες*. Μαλλιάρης.

Υπηρεσία Ενέργειας, Υ. Ε. (2010). *Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων 2η Έκδοση*.

Υπηρεσία Ενέργειας, Υ. Ε. (2020, Απρίλιος). Μακροπρόθεσμη Στρατηγική ανακαίνισης κτιρίων.

Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας. (2015). Μεθοδολογία Υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. (Υ. Ενέργειας, Συντάκτης) Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από <https://www.cea.org.cy/wp-content/uploads/2016/11/methodologia-yprologismoy-tis-energeiakis-apodosis-ktirioy.pdf>

Υπουργείο Ενέργειας, Εμπορίου και Βιομηχανίας. (2021). Σχέδια Χορηγιών. Ανάκτηση Ιούλιος 23, 2022, από <https://meci.gov.cy/gr/sxediaxorigion>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2015). *Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος*.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. (2015). *Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση και μετατροπή του εθνικού κτιριακού αποθέματος σε υψηλής ενεργειακής απόδοσης, απαλλαγμένο από ανθρακούχες εκπομπές έως το 2050*.

Χριστοδούλου, Μ. (2016). *Ενεργειακή Απόδοση Νεόδμητων Κτιρίων Οπλισμένου Σκυροδέματος*. Λεμεσός: Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας.

Χριστοφοράκη, Κ. (2019, 11). *Δομές Πόλεων*. Διδακτορική Διατριβή, ΑΘΗΝΑ.



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ και ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΕΛΥΦΩΝ και ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Ελένη Μαβίδου, Γεώργιος Μαρτινόπουλος

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού,

Πάροδος Αριστοτέλους 18, 26335 Πάτρα

email: std091454@ac.eap.gr , martinopoulos.georgios@ac.eap.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία θα γίνει αξιολόγηση της συνεισφοράς εφαρμογής συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης στην εξοικονόμηση ενέργειας και μελέτη της ενεργειακής συμπεριφοράς πριν και μετά την εφαρμογή του συστήματος σε κτίριο κατοικιών και σε κτίριο γραφείων.

Θα εξεταστεί επίσης το ενδεχόμενο, της ανάρτησης φωτοβολταϊκών πλασιών στο εξωτερικό κέλυφος των δυο κτιρίων και θα ελεγχθεί εκ νέου η ενεργειακή συμπεριφορά, αλλά και η συνεισφορά αυτών στην παραγωγή ενέργειας.

Στο τέλος θα παρουσιαστούν σχόλια και γενικά συμπεράσματα αναφορικά με την αποτελεσματικότητα εφαρμογής των συστημάτων διπλού κελύφους και θα γίνει εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών και αποτελεσμάτων προς την κατεύθυνση μιας πιο στοχευμένης προσέγγισης.

Λέξεις κλειδιά: *Εξοικονόμηση ενέργειας, Δικέλυφες κατασκευές, Φυσικός αερισμός, Φαινόμενο καμινάδας.*

ABSTRACT

In this Thesis, an assessment measuring the contribution of the application of a ventilated facade system to energy consumption in both a residential and an office building, will take place and also a study of the building energy behaviour, before and after the application of the system.

The possibility of installing photovoltaics on the outer shell of the two buildings, instead of «Bond», will also be examined. The energy behaviour will be re-checked, as well as the photovoltaics contribution to energy production.

Finally, comments and general conclusions regarding the effectiveness of the application of double-shell systems will be presented as well as useful information and results will be extracted in the direction of a more targeted approach.

Keywords: *Energy saving, Double shell constructions, Natural ventilation, Chimney effect.*



ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΙΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΟΨΕΩΝ

Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Βιώσιμου Σχεδιασμού, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών: «Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Πόλεων και Κτιρίων»

Ελένη Μαβίδου, Διπλωματική εργασία, Ακαδημαϊκό έτος 2021-2022

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Μαρτινόπουλος, Συν- Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Αγγελική Χατζηδημητρίου

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

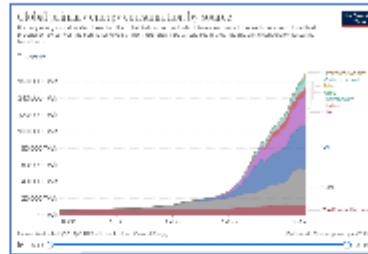
Η κλιματική αλλαγή και η ενεργειακή κρίση, έδωσαν το έναυσμα στη Διεθνή κοινότητα αρχικά και στην Ευρωπαϊκή κοινότητα αργότερα, για την εφαρμογή πολιτικών με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος των κτιρίων, τα οποία αποτελούν και τους μεγαλύτερους καταναλωτές. Κανονισμοί Ενεργειακής Απόδοσης εφαρμόζονται από τα κράτη μέλη, σε νέα, αλλά και σε υφιστάμενα κτίρια.

ΣΚΟΠΟΣ

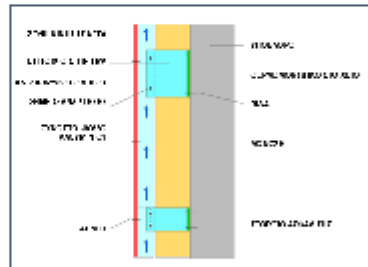
Η εργασία έχει σαν σκοπό τη διερεύνηση του ποσοστού επίδρασης, από την εφαρμογή συστήματος αεριζόμενης πρόσοψης, στις συνθήκες άνεσης και στην ελάττωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου, ως τεχνική αναβάθμισης του εξωτερικού κελύφους νέων και υφιστάμενων κτιρίων.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Επιλέγονται δυο κτίρια (κατοικία και γραφεία), των οποίων όλες οι κατακόρυφες επιφάνειες, πλην των υαλοστασίων, θα επενδυθούν με αεριζόμενη πρόσοψη. Τα στοιχεία θα εισαχθούν σε λογισμικό υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Eco-engine της εταιρείας MODECSOFT), και θα εκδοθούν Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης για την κάθε περίπτωση.



Το έτος 2019, καταναλώθηκαν 160.000TWh ενέργειας σε παγκόσμιο επίπεδο, με τα μεγαλύτερα ποσοστά να παράγονται από την χρήση ορυκτών πόρων και πετρελαίου.



Η αεριζόμενη πρόσοψη, ως εν μέρει παθητικό σύστημα βιοκλιματικού σχεδιασμού, προτείνεται για τη συμβολή της στην εξασφάλιση συνθηκών άνεσης αλλά και στην ελάττωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου, διαμέσου της εξοικονόμησης ενέργειας.



Κτίριο γραφείων, Λεμεσός, Κύπρος

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

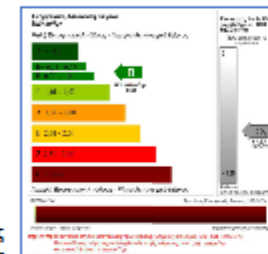
Θα πραγματοποιηθεί σύγκριση για τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης και για τις εξής περιπτώσεις:

1. Συμβατική θερμομόνωση,
2. Αεριζόμενη πρόσοψη με σύνθετα πάνελς αλουμινίου και
3. Αντικατάσταση τμήματος των σύνθετων πάνελς με φωτοβολταϊκά πλαίσια.

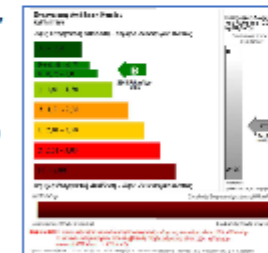
Στόχος είναι να εντοπιστεί η αποτελεσματικότερη μέθοδος.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:

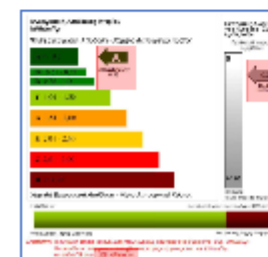
Εξοικονόμηση ενέργειας, Φυσικός αερισμός



Εξαγωγή πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, με τη βοήθεια του ειδικού λογισμικού ECO-engine, εξετάζοντας τη χρήση συμβατικής θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου.



Εξαγωγή πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, με τη βοήθεια του ειδικού λογισμικού ECO-engine, εξετάζοντας τη χρήση αεριζόμενης πρόσοψης στο κέλυφος του κτιρίου γραφείων.



Εξαγωγή πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, με τη βοήθεια του ειδικού λογισμικού ECO-engine, εξετάζοντας την ανάρτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων σε τμήμα της νοτιοανατολικής και νοτιοδυτικής όψης του κτιρίου γραφείων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εφαρμογή των αεριζόμενων προσόψεων, μπορεί να μην παρουσιάζει τόσο διαφορετική απόδοση σε σχέση με τη συμβατική εξωτερική θερμομόνωση, ώστε να συμβάλει στην αλλαγή κατηγορίας του κτιρίου κατά την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης, συμβάλει όμως στην βελτιστοποίηση του εσωκλίματος, λόγω της κίνησης του αέρα στο διάκενο και στην απομάκρυνση της δημιουργούμενης υγρασίας. Επίσης δεν παύει να αποτελεί ένα από τα παθητικά συστήματα βιοκλιματικού σχεδιασμού. Αντίθετα, σημαντική διαφοροποίηση στην απόδοση του συστήματος και στην ελάττωση του ενεργειακού αποτυπώματος του κτιρίου πραγματοποιείται με την ανάρτηση φωτοβολταϊκών στις όψεις, ειδικότερα σε κτίριο γραφείων..

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διεθνές περιοδικό

-Shameri M.A., Alghoul M.A., Sopianb K., Fauzi M., Zaina M., & Elay Omkalthum, Perspectives of double skin façade systems in buildings and energy saving, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2011, Απρίλιος, 15(3), σσ. 1468-1475.

-Tao Yao, Zhang Haihua, Zhang Lili, Zhang Guomin, Tu Jiyuan & Shi Long, Ventilation performance of a naturally ventilated double-skin façade, Renewable Energy, 2021, 167, σσ. 184-198.