

Πολιτικές δράσεις και πρωτοβουλίες με στόχο την προώθηση των ψυχρών υλικών στον Ευρωπαϊκό χώρο

A. Συννέφα και M. Σανταμούρης

Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος, Τμήμα Φυσικής, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Κτίριο Φυσικής 5, 157 84 Πανεπιστημιούπολη, Αθήνα, email: asynnnefa@phys.uoa.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εφαρμογή ψυχρών υλικών, σε νεόδμητα ή παλαιότερης κατασκευής κτίρια, είναι μια παρέμβαση που οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και χρημάτων και προσφέρει καλύτερες συνθήκες θερμικής άνεσης. Η ευρεία εφαρμογή των ψυχρών υλικών στις αστικές περιοχές συντελεί στη μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο μπορεί να συμβάλλει στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Στην παρούσα εργασία δίνονται συνοπτικά τα πλεονεκτήματα των ψυχρών υλικών, η εφαρμογή των οποίων σε ευρεία κλίμακα μέσω πολιτικών δράσεων και πρωτοβουλιών μπορεί να συμβάλλει στην επίτευξη των εθνικών και Ευρωπαϊκών ενεργειακών και περιβαλλοντικών στόχων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ψυχρών Οροφών (European Cool Roofs Council), ένας διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός που έχει ως βασικό στόχο την προώθηση της τεχνολογίας των ψυχρών υλικών στην Ευρωπαϊκό χώρο. Το Συμβούλιο δημιουργήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου «Ψυχρές Στέγες» και σε αυτό μπορούν να συμμετέχουν όλοι οι εμπλεκόμενοι φορείς στον τομέα των ψυχρών υλικών: παραγωγοί, έμποροι, μελετητές, ερευνητικά ιδρύματα, τελικοί χρήστες (δήμοι, περιφέρειες κλπ.). Με τις δράσεις το Συμβούλιο θα α) υποστηρίξει την ανάπτυξη πολιτικών δράσεων μεταδίδοντας τη διεθνή εμπειρία σχετικά με τα οφέλη των ψυχρών υλικών β) συμβάλλει στη διείσδυση των ψυχρών υλικών στην αγορά γ) θα υποστηρίξει και θα προωθήσει την ανάπτυξη νομοθεσίας, προγραμμάτων και προτύπων που σχετίζονται με τα ψυχρά υλικά. Παράλληλα, θα παρουσιάζεται το Εθνικό πρόγραμμα «Χτίζοντας το μέλλον» που προβλέπει την εφαρμογή 20000 ψυχρών οροφών. Τέλος, γίνεται αναφορά στις πρόσφατες εξελίξεις στον χώρο των ψυχρών υλικών στην Ευρώπη όσον αφορά τους τομείς αγοράς, πολιτικών δράσεων και τεχνολογίας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το φαινόμενο της αστικής θερμικής νησίδας, με θερμοκρασίες στο κέντρο της πόλης κατά αρκετούς βαθμούς υψηλότερες συγκριτικά με τις θερμοκρασίες των περιφερειακών περιοχών, εμφανίζεται στις περισσότερες αστικές περιοχές του πλανήτη [1,2,3,4]. Οι υψηλές αυτές θερμοκρασίες στις αστικές περιοχές έχουν σημαντικές κοινωνικοοικονομικές, ενεργειακές και περιβαλλοντικές συνέπειες που επηρεάζουν την ποιότητα ζωής των πολιτών. Οι αστικές θερμικές νησίδες, ειδικά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, προκαλούν θερμική δυσφορία, επηρεάζοντας ιδιαίτερα τον ευαίσθητο πληθυσμό. Επιπλέον, οι αυξημένες θερμοκρασίες επιφέρουν αύξηση της ζήτησης ενέργειας για ψύξη ενώ

επηρεάζουν την ποιότητα αέρα δεδομένου ότι οι υψηλές θερμοκρασίες συμβάλλουν στην αύξηση των επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης (νέφος) και στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου [1,5,6,7,8,9]. Η χρήση ψυχρών υλικών αποτελεί μια από τις προτεινόμενες λύσεις για την αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και συγκεντρώνει ορισμένα πλεονεκτήματα έναντι άλλων λύσεων, όπως το γεγονός ότι έχει μεγάλες δυνατότητες εφαρμογής (τα ψυχρά υλικά εφαρμόζονται σε στέγες και δρόμους, πεζοδρόμια κλπ. που αποτελούν το 60% του αστικού ιστού, εφαρμόζονται σε υφιστάμενες και νέες κατασκευές), είναι μια οικονομικά βιώσιμη λύση και αποτελεί μια παθητική και φιλική προς το περιβάλλον εφαρμογή. Τα ψυχρά υλικά χαρακτηρίζονται από υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (SR: Solar Reflectance), η οποία αποτελεί μέτρο της ικανότητας μιας επιφάνειας να ανακλά την ηλιακή ακτινοβολία και υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας (ϵ : συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας), που αποτελεί μέτρο της ικανότητας μιας επιφάνειας να εκπέμπει υπό μορφή υπέρυθρης ακτινοβολίας την θερμότητα που έχει απορροφήσει. Αυτές οι δύο ιδιότητες οδηγούν σε χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες [10].

Η συγκεκριμένη δημοσίευση επικεντρώνεται σε ψυχρά υλικά που προορίζονται για στέγες/ δώματα. Τα οφέλη από την εφαρμογή ψυχρών υλικών στα κτίρια συμπεριλαμβάνουν τη μείωση θερμικών κερδών η οποία οδηγεί σε α) εξοικονόμηση ενέργειας (και χρημάτων) για ψύξη σε κτίρια που κλιματίζονται κατά 10-40% ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, τα χαρακτηριστικά και τη χρήση του κτιρίου, β) βελτίωση συνθηκών θερμικής άνεσης σε μη κλιματιζόμενα κτίρια, γ) μείωση του φορτίου αιχμής δ) μεγαλύτερη διάρκεια ζωής για το σύστημα της στέγης και μείωση των δαπανών για συντήρηση. Η εφαρμογή ψυχρών υλικών σε αστική κλίμακα ενδέχεται να οδηγήσει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες αέρα καθώς λιγότερη θερμότητα μεταφέρεται από μία πιο ψυχρή επιφάνεια προς τα υπερκείμενα στρώματα αέρα (γεγονός που συνεπάγεται μείωση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας κατά 1-2°C). Επιπλέον, ενδέχεται να επιφέρει μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών CO₂. [1, 8, 11-16]. Επίσης, έχει αποδειχθεί με τη χρήση κατάλληλων μοντέλων, ότι εφαρμογή ψυχρών υλικών σε πλανητική κλίμακα (στις μεγάλες αστικές περιοχές παγκοσμίως) μπορεί να συμβάλλει στον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου [17].

Παρά το γεγονός ότι τα οφέλη από τη χρήση ψυχρών υλικών έχουν αποδειχθεί μέσα από πολλές μελέτες και εφαρμογές, η τεχνολογία αυτή δεν είναι ιδιαίτερα γνωστή στην Ευρώπη. Η παρούσα δημοσίευση παρουσιάζει την ίδρυση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Ψυχρών Στεγών (ΕΣΨΣ) το οποίο έχει ως στόχο την προώθηση των ψυχρών υλικών στον Ευρωπαϊκό χώρο. Επίσης, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ενός Ευρωπαϊκού Έργου με την ονομασία «Ψυχρέ Στέγες». Τέλος, γίνεται αναφορά σε Ευρωπαϊκές πολιτικές δράσεις και προγράμματα που σχετίζονται με ψυχρά υλικά για οροφές.

2. Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ψυχρών Στεγών (ΕΣΨΣ)

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ψυχρών Στεγών είναι ένας οργανισμός που έχει ως στόχο να συγκεντρώσει τους εμπλεκόμενους φορείς που σχετίζονται με τις Ψυχρές Στέγες, όπως βιομηχανία, ερευνητικά κέντρα, κέντρα αγοράς και κατασκευαστές ψυχρών υλικών, προμηθευτές, και διανομείς, εργολάβους, συμβούλους, καθώς επίσης και τους τελικούς χρήστες. Το ΕΣΨΣ ιδρύθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού έργου «Ψυχρές Στέγες» και συγκεντρώνει όλες τις κινητήριες δυνάμεις για την προώθηση και υιοθέτηση της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών στην Ε.Ε., στοχεύοντας στην επιτάχυνση της μεταφοράς τεχνογνωσίας, στην αντιμετώπιση πιθανών «εμποδίων» της αγοράς, στην παροχή βοήθειας προς τους κατασκευαστές ώστε να αναπτύξουν ψυχρά υλικά για στέγες/ δώματα, στην εκπαίδευση του κοινού και των φορέων λήψης αποφάσεων καθώς και στην ανάπτυξη κινήτρων και προγραμμάτων που θα συμβάλλουν στην προώθηση της τεχνολογίας των ψυχρών υλικών στην Ευρώπη. Το ΕΣΨΣ βρίσκεται σε επικοινωνία με το Αμερικάνικο Συμβούλιο Πιστοποίησης Ψυχρών Στεγών καθώς και με άλλους οργανισμούς που δραστηριοποιούνται στο αντικείμενο με στόχο τη μεταφορά της γνώσης και της εμπειρίας τους.

Η σημαντική συμμετοχή και στήριξη του ΕΣΨΣ από την Ευρωπαϊκή βιομηχανία υπογραμμίζει το μεγάλο ενδιαφέρον για την τεχνολογία των ψυχρών υλικών και οδήγησε στην ίδρυσή του ως νομικής οντότητας και συγκεκριμένα ως διεθνή μη κερδοσκοπικού οργανισμού με έδρα τις Βρυξέλλες. Ο βασικός στόχος του ΕΣΨΣ όπως ορίζεται στο καταστατικό του είναι η ανάπτυξη επιστημονικής γνώσης και έρευνας σχετικά με την τεχνολογία των ψυχρών υλικών και η προώθηση της χρήσης τους στην Ευρώπη, καθώς και η δημιουργία ενός προγράμματος πιστοποίησης ψυχρών υλικών. Μέσω των δράσεών του, το ΕΣΨΣ θα συμβάλλει στην α) ανάπτυξη πολιτικής, μεταφέροντας εμπειρία και προσφέροντας καλύτερη κατανόηση της επίδρασης των ψυχρών στεγών στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη στα κτίρια στην Ε.Ε., β) αντιμετώπιση πιθανών «εμποδίων» της αγοράς και στην απλοποίηση των διαδικασιών για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον κτιριακό τομέα γ) αλλαγή της συμπεριφοράς των εμπλεκόμενων φορέων και των φορέων λήψης αποφάσεων, ώστε να υπάρξει ευρύτερη αποδοχή της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών και δ) η διάδοση και η προώθηση ανάπτυξης νέας νομοθεσίας, ενεργειακού κώδικα, αδειών και προτύπων, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών εφαρμογής και άδειών σχεδιασμού και κατασκευής που θα αφορούν στις ψυχρές στέγες.

Τα ΕΣΨΣ στην παρούσα μορφή του έχει δημιουργήσει 6 Επιτροπές για να εκπληρώσει τους στόχους του:

α) την Τεχνική Επιτροπή για τον καθορισμό των τεχνικών προδιαγραφών των υλικών κατασκευής ψυχρών στεγών, β) την Επιτροπή Τεκμηρίωσης για τη συλλογή και επεξεργασία έντυπου και ηλεκτρονικού πληροφοριακού υλικού, γ) την Επιτροπή Πολιτικών δράσεων για την προετοιμασία και κατάθεση προτάσεων πολιτικών δράσεων στην ΕΕ και στα διάφορα κράτη-μέλη σχετικά με τις «Ψυχρές Στέγες», δ) την Επιτροπή Αγοράς για τον προσδιορισμό και την υπερπήδηση των εμποδίων στην αγορά των «Ψυχρών Στεγών», ε) την Επιτροπή Τελικών Χρηστών για τη διάδοση της τεχνολογίας στους πιθανούς χρήστες, στ) τη Νομική Επιτροπή για τα νομικά θέματα του ΕΣΨΣ.

Το ΕΣΨΣ διαθέτει το δικό του ιστότοπο <http://coolroofs-eu-crc.eu/> [18] (επικοινωνία: eucrc@phys.uoa.gr) στο είναι διαθέσιμες όλες οι πληροφορίες που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τις ενέργειες του Συμβουλίου. Στον ιστότοπο υπάρχει ένα γλωσσάρι τεχνικών όρων, άρθρα που αφορούν στο τεχνικό και εμπορικό κομμάτι των ψυχρών στεγών αλλά και τον τομέα της πολιτικής, κάποιες πηγές, δημοσιεύσεις που σχετίζονται με αυτήν την τεχνολογία και παρέχονται από το Ε.Σ.Ψ.Σ και τέλος, μία βάση δεδομένων ψυχρών υλικών για στέγες. Επιπλέον, η δομή του website είναι διαθέσιμη σε 5 γλώσσες (Αγγλικά, Ελληνικά, Ιταλικά, Γαλλικά και Γερμανικά).

3. The Cool Roofs project

Το έργο Ψυχρές Στέγες υποστηρίζεται από το πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη και έχει ως βασικό στόχο την υλοποίηση ενός σχεδίου δράσης για την προώθηση, τη διείσδυση στην αγορά των ψυχρών υλικών καθώς και την αλλαγή συμπεριφοράς όλων των εμπλεκόμενων φορέων όσον αφορά στη τεχνολογία των ψυχρών υλικών στον Ευρωπαϊκό χώρο. Το έργο, μέσω των αποτελεσμάτων του, θα συμβάλει στην αντιμετώπιση εμποδίων που συνδέονται με την καθιέρωση της τεχνολογίας των ψυχρών υλικών, όπως η έλλειψη ενός νομικού πλαισίου που έχει ως αποτέλεσμα οι ιδιοκτήτες και οι κατασκευαστές να επιλέγουν για τη στέγη τους τη λύση που ελαχιστοποιεί το αρχικό κόστος της κατασκευής, χωρίς να λαμβάνουν υπ' όψη τους το συνολικό κόστος της κατασκευής και το κόστος κατανάλωσης ενέργειας στη διάρκεια ζωής του κτιρίου, ή έλλειψη γνώσης που σχετίζεται με τεχνικά θέματα ψυχρών υλικών για οροφές (όπως για παράδειγμα η άποψη ότι όλα τα ψυχρά υλικά είναι λευκά ή ανοιχτόχρωμα ή ότι η χρήση ψυχρών υλικών αυξάνει κατά πολύ τα έξοδα για θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες). Οι δράσεις του έργου πραγματοποιούνται σε τέσσερις άξονες, τεχνολογίας, αγοράς, πολιτικών δράσεων και τελικών χρηστών. Τα βασικά αποτελέσματα του έργου εκτός από τη δημιουργία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Ψυχρών Στεγών που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο περιγράφονται στη συνέχεια.

3.1 Τεχνικά αποτελέσματα του έργου Ψυχρές Στέγες

Ένα από τα κυριότερα αποτελέσματα του έργου Ψυχρές Στέγες είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων ψυχρών υλικών που υπάρχουν διαθέσιμα στην Ευρωπαϊκή Αγορά. Πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό εργαλείο –ένα φύλλο excel- που συνοδεύεται από μία τεχνική έκθεση η οποία περιλαμβάνει όλες τις σχετικές πληροφορίες καθώς και τις απαιτούμενες προϋποθέσεις ώστε να ενταχθεί ένα υλικό στη βάση δεδομένων. Οι φυσικές ιδιότητες που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων για κάθε υλικό είναι ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ο συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας, η μέγιστη επιφανειακή θερμοκρασία και ο δείκτης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία (ο οποίος αποτελεί μέτρο της ικανότητας μιας επιφάνειας να αποβάλλει θερμότητα

και υπολογίζεται ξεκινώντας από τη θερμοκρασιακή αύξηση του υλικού και πραγματοποιώντας μέθοδο παρεμβολής (interpolation) μεταξύ της θερμοκρασιακής αύξησης μιας τυπικής μαύρης και μιας λευκής επιφάνειας) [19]. Οι δυο αυτοί δείκτες (μέγιστη επιφανειακή θερμοκρασία και ο δείκτης ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία) υπολογίζονται λαμβάνοντας υπ' όψη την ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και τον συντελεστή εκπομπής. Επίσης, στη βάση δεδομένων αναφέρονται κάποιες γενικές και τεχνικές πληροφορίες για κάθε προϊόν (Ονομασία προϊόντος, εταιρία παραγωγής/ εμπορίας (με το αντίστοιχο Link στο website της εταιρίας), χώρα προέλευσης, τύπο προϊόντος, κλίση οροφής, υπόστρωμα). Επίσης, περιλαμβάνεται μια βάση δεδομένων με επιστημονικά εργαστήρια, όπου καταγράφονται ενδεικτικά ανεξάρτητα εργαστήρια από διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες που έχουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για τη μέτρηση των ιδιοτήτων των ψυχρών υλικών.

Η παρούσα έκδοση της βάσης δεδομένων περιέχει πάνω από 200 προϊόντα, από 26 κατασκευαστές οι οποίοι προέρχονται από: Γαλλία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία και Ισπανία, Σουηδία και Η.Π.Α. Μπορεί να γίνει λήψη της βάσης δεδομένων από τον ιστότοπο του έργου: www.coolroofs-eu.eu [20]. Η βάση δεδομένων ψυχρών υλικών αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο για όλους τους βασικούς εμπλεκόμενους φορείς, αποτελώντας πηγή πληροφόρησης για τα προϊόντα που υπάρχουν διαθέσιμα στην αγορά και τις ιδιότητές τους. Η βάση δεδομένων πρόκειται να ενημερώνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα ενώ η διαχείρισή της θα πραγματοποιείται από το ΕΣΨΣ.

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα του έργου είναι η διεξαγωγή πιλοτικών εφαρμογών σε πέντε κτίρια με στόχο την ανάδειξη της αποτελεσματικότητας των ψυχρών υλικών κατά την εφαρμογή τους σε πραγματικά κτίρια, σχετικά με τη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Οι πιλοτικές εφαρμογές περιλαμβάνουν ένα: α) σχολείο στην Καισαριανή (Ελλάδα), β) κτίριο εργαστηρίων στην Κρήτη (Ελλάδα), γ) δημόσιο κτίριο στο Τραπάνι (Ιταλία), δ) συγκρότημα κατοικιών στο Πουατιέ (Γαλλία), ε) Κτίριο γραφείων στο Λονδίνο (Η.Β.)

Στα υπό μελέτη κτίρια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σχετικά με το εσωτερικό τους περιβάλλον και την ενεργειακή τους απόδοση, πριν και μετά την εφαρμογή της τεχνολογίας ψυχρών υλικών. Επίσης, συλλέχθηκαν ή μετρήθηκαν δεδομένα για τις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα κτίρια επιλέχθηκαν έτσι ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη γεωγραφική και τυπολογική κάλυψη με στόχο την προώθηση των στοχεύοντας στην ανάδειξη των πλεονεκτημάτων που απορρέουν από την χρήση της τεχνολογίας ψυχρών στεγών σε σχέση με τη ζήτηση ενέργειας για ψύξη και το φορτίο αιχμής, σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι εργασίες εφαρμογής περιελάμβαναν 2 στάδια:

- Πειραματική καταγραφή σε πραγματικά κτήρια, όπου έγινε εφαρμογή της τεχνολογίας Ψυχρών Στεγών (Πρακτική Εφαρμογή)
- Αριθμητική ανάλυση σημαντικού αριθμού παραμέτρων για τα υπό μελέτη κτήρια (Ανάλυση με ειδικό Λογισμικό).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναλύθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισόδου για την αριθμητική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν διαδικασίες

βαθμονόμησης με στόχο την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου μοντέλου. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε σε όλες τις πιλοτικές εφαρμογές ήταν κοινή, η βαθμονόμηση του μοντέλου έγινε με τη σύγκριση των μετρούμενων πειραματικά και υπολογιζόμενων από το μοντέλο τιμών εσωτερικής θερμοκρασίας. Η διαδικασία βαθμονόμησης συνεχίστηκε μέχρι το σφάλμα από τη διαφορά των δύο αυτών παραμέτρων να βρίσκεται σε συγκεκριμένο εύρος τιμών. Μετά τις τελικές ρυθμίσεις στο μοντέλο, πραγματοποιήθηκε η σύγκριση της συμπεριφοράς του κτιρίου πριν και μετά την εφαρμογή των ψυχρών υλικών σε ετήσια βάση. Επιπλέον, εξετάστηκαν διάφορα εναλλακτικά σενάρια με στόχο τη συγκριτική αξιολόγηση διάφορων τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα αποτελέσματα των πιλοτικών εφαρμογών επιδεικνύουν 10-40% εξοικονόμηση ενέργειας και 1.5-2°C μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες.

Επίσης, αναπτύχθηκε ένα Ευρωπαϊκό διαδικτυακό εργαλείο αξιολόγησης ψυχρών στεγών. Υπολογίζει την επίδραση μιας ψυχρής στέγης στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη για διάφορες κλιματικές συνθήκες στην Ευρώπη. Η μεθοδολογία στην οποία βασίστηκε είναι παρόμοια με αυτή του US DOE 'Cool Roof Calculator'. Τα δεδομένα εισόδου είναι τα ακόλουθα:

- Επιλογή χώρας και πόλης: Περιλαμβάνονται οι περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες. Αν μια πόλη δεν είναι καταχωρημένη τότε μπορεί να γίνει επιλογή της πιο κοντινής σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος (π.χ. με παρόμοιες κλιματικές συνθήκες).
- R-value (συντελεστής θερμικής αντίστασης)
- Ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (SR) και συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας (IE)
- Ενεργειακά δεδομένα: συμπεριλαμβάνουν το κόστος των πηγών ενέργειας (Απόδοση συστήματος κλιματισμού (cooling Coefficient Of Performance-COP), Απόδοση συστήματος θέρμανσης)

Τα δεδομένα εξόδου του εργαλείου αξιολόγησης είναι τα εξής:

- Βαθμοημέρες θέρμανσης και ψύξης για την υπό μελέτη περιοχή.
- Φορτία θέρμανσης και ψύξης ανά μονάδα επιφάνειας οροφής για μαύρη οροφή δεδομένου πως η μαύρη οροφή έχει συντελεστή ηλιακής ανακλαστικότητας ίσο με 5%.
- Φορτία θέρμανσης και ψύξης ανά μονάδα επιφάνειας οροφής για ψυχρή οροφή.
- Οικονομικό όφελος

Τα ετήσια φορτία ψύξης και δροσισμού υπολογίζονται με τη μέθοδο των θερμοημέρων και στη συνέχεια διορθώνονται έτσι ώστε να περιλαμβάνουν και τα εσωτερικά κέρδη. Αναγράφονται για μια τυπική μαύρη στέγη και την προτεινόμενη από το χρήστη στέγη για την ίδια τιμή του συντελεστή θερμικής αντίστασης. Τα φορτία αυτά αποτελούν ετήσια αθροίσματα της ροής θερμότητας ανά τετραγωνικό μέσω της οροφής θεωρώντας απλές συνθήκες θέρμανσης και ψύξης. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα φορτία αυτά αναφέρονται μόνο στην οροφή του κτιρίου καθώς και ότι οι τιμές

φορτίων όλου του κτιρίου θα είναι πολύ διαφορετικές καθώς εξαρτώνται από παραμέτρους όπως τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και η χρήση του κτιρίου, τα εσωτερικά κέρδη κλπ.

Τέλος, δημιουργήθηκε ένα περιεκτικό βιβλίο που περιλαμβάνει τεχνικές πληροφορίες για την τεχνολογία των ψυχρών υλικών και τα κυριότερα αποτελέσματα του έργου Ψυχρές Στέγες. Το βιβλίο περιλαμβάνει 5 κεφάλαια και δίνει απαντήσεις σε 3 βασικές ερωτήσεις:

Τι είναι οι ψυχρές στέγες και ποια τα οφέλη τους για την Ευρώπη;

Το πρώτο κεφάλαιο κάνει μία εισαγωγή στην τεχνολογία των ψυχρών υλικών, τα βασικά χαρακτηριστικά τους και τα οφέλη από την εφαρμογή τους. Επίσης γίνεται αναφορά στη σημερινή κατάσταση των ψυχρών στεγών στην παγκόσμια αγορά. Ένα λεξικό όρων σχετικών με τις ψυχρές στέγες παρουσιάζεται στο Παράρτημα. Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφεται η βάση δεδομένων ψυχρών υλικών που δημιουργήθηκε στα πλαίσια του έργου ψυχρές στέγες ενώ δίνεται μια περιγραφή των ψυχρών υλικών στον Ευρωπαϊκό χώρο.

Η απόδειξη ότι οι ψυχρές στέγες είναι ωφέλιμες για την Ευρώπη;

Το Κεφάλαιο 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα από τις πιλοτικές εφαρμογές που πραγματοποιήθηκαν σε πέντε κτίρια σε Ελλάδα, Ιταλία, Γαλλία και Ηνωμένο Βασίλειο. Το κεφάλαιο 4 αναφέρεται στην ανάπτυξη του εργαλείου αξιολόγησης ψυχρών στεγών για διάφορες περιοχές της Ευρώπης.

Πώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερο;

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας αγοράς που πραγματοποιήθηκε για τα ψυχρά υλικά στην Ευρώπη καθώς και προτάσεις για την ενσωμάτωση των ψυχρών στεγών σε πολιτικές και προγράμματα στην Ευρώπη.

3.2 Οι ψυχρές στέγες στην Ευρωπαϊκή αγορά

Στα πλαίσια του έργου Ψυχρές Στέγες πραγματοποιήθηκε η πρώτη έρευνα αγοράς σχετικά με τα ψυχρά υλικά στον Ευρωπαϊκό χώρο. Η έρευνα αυτή βασίστηκε σε συνεντεύξεις των βασικότερων εμπλεκόμενων φορέων καθώς και στη συμπλήρωση περισσότερων από 500 ερωτηματολογίων η οποία έγινε από τους βασικούς συντελεστές της αγοράς από διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες. Ορισμένα από τα βασικά αποτελέσματα της έρευνας περιγράφονται ακολούθως: Η πλειοψηφία των βασικών συντελεστών της αγοράς (το 70%) ισχυρίζεται ότι γνωρίζει την τεχνολογία των ψυχρών στεγών, όμως δεν είναι όλοι εξοικειωμένα με τον όρο «ψυχρές στέγες» (57% δεν τον γνωρίζουν). Επίσης, βρέθηκε ότι τα δημόσια κτήρια (47%) θεωρούνται ως τα πλέον κατάλληλα για την εφαρμογή προϊόντων ψυχρών στεγών. Ακολουθούν οι ιδιωτικές κατοικίες (26%) και οι μαζικές κατασκευές (21%). Το κοινό στο οποίο στοχεύουν τα προϊόντα για ψυχρές στέγες είναι κυρίως οι αρχιτέκτονες

και οι μηχανικοί (48%), οι κτιριακές υπηρεσίες δημόσιας διοίκησης (19%), οι ιδιοκτήτες κατοικιών (17%) και οι υπουργικοί φορείς (13%). Το κοινό στο οποίο στοχεύουν τα προϊόντα για ψυχρές στέγες είναι κυρίως οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί (48%), οι τεχνικές υπηρεσίες δημόσιων οργανισμών (19%), οι ιδιοκτήτες κατοικιών (17%) και οι κυβερνητικοί-υπουργικοί φορείς (13%). Οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί αποτελούν τους βασικούς στρατηγικούς «συμμάχους» για την προώθηση των προϊόντων ψυχρών στεγών (56%). Η έρευνα κατέγραψε επίσης τα πιθανά εμπόδια για τη διείσδυση των ψυχρών οροφών στην αγορά: 80% των ερωτηθέντων δήλωσαν ότι το σημαντικότερο εμπόδιο είναι το γεγονός ότι πρόκειται για «νέα» προϊόντα και συνεπώς δεν έχουν δοκιμαστεί αρκετά και άρα δεν είναι σίγουρο ότι τα οφέλη τους είναι περισσότερα σε σύγκριση με τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται ήδη («νέα προϊόντα, δεν έχουν δοκιμαστεί αρκετά»:48%, «αμφιβολία για τα οφέλη από τη χρήση τους»: 32%). Τέλος, κρίθηκε ότι το θέμα της πιστοποίησης των προϊόντων ψυχρών στεγών είναι ιδιαίτερα σημαντικό και το 97% δήλωσαν ότι είναι απαραίτητη για την επιτυχή διείσδυση των προϊόντων αυτών στην αγορά.

Βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας αγοράς αναπτύχθηκε ένα σχέδιο προώθησης ένα σχέδιο για την προώθηση των προϊόντων ψυχρών στεγών στην αγορά. Ο στόχος της δράσης αυτής σε ευρύτερο επίπεδο είναι η στροφή της Ευρωπαϊκής αγοράς προς την τεχνολογία των ψυχρών στεγών χρησιμοποιώντας την επικοινωνία ως βασικό εργαλείο.

3.2 Τα αποτελέσματα του έργου στον τομέα Ευρωπαϊκών πολιτικών

Στα πλαίσια του έργου Ψυχρές Στέγες πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση του Ευρωπαϊκού τοπίου σε θέματα πολιτικών που αφορούν ψυχρές στέγες ενώ παράλληλα έγιναν προτάσεις για την επιτάχυνση της διείσδυσης των προϊόντων ψυχρών στεγών στην αγορά. Επίσης, αναπτύχθηκε ένα στρατηγικό σχέδιο δράσης το οποίο παρέχει στρατηγικές προτάσεις για συντονισμένες ενέργειες που συνηγορούν στη δημιουργία ή και συμπλήρωση πολιτικών που δίνουν κίνητρα για τη διείσδυση της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών στην Ε.Ε.. Μέσω διαδικασιών στρατηγικής επικοινωνίας των βασικών μηνυμάτων των ψυχρών στεγών όπως η απόδοση, η αξία και η αποτελεσματικότητα των οικονομικών κινήτρων, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Ψυχρών Στεγών μπορεί να επηρεάσει θετικά τη δημιουργία πολιτικών/ προγραμμάτων σε Ευρωπαϊκό και κρατικό επίπεδο που θα διευκολύνουν τη διείσδυση της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών.

Τα βασικά συμπεράσματα σε θέματα πολιτικής είναι τα ακόλουθα:

- Οι ψυχρές στέγες αποτελούν μια αποτελεσματική λύση στα Ευρωπαϊκά προβλήματα που σχετίζονται με την ενέργεια και περιβάλλον και αποτελεί καλή και οικονομική επένδυση.
- Παράλληλα υπάρχουν σημαντικές ευκαιρίες για περεταίρω διάχυση γνώσης σχετικά με την τεχνολογία των ψυχρών στεγών προς τα κέντρα λήψης αποφάσεων στην Ε.Ε. και σε βασικά Κράτη – Μέλη, που μπορούν διαδραματίσουν κύριο ρόλο στην υιοθέτηση κινήτρων για την προώθηση των ψυχρών στεγών.

- Η παρουσίαση της πρότασης για την υιοθέτηση της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών σε αυτούς που χαράσσουν πολιτικές, ως μίας βασικής πρότασης, εκπεφρασμένης σε απλή γλώσσα, εύκολα κατανοητή και από μη ειδικούς, η οποία θα υποστηρίζεται από δυνατά επιχειρήματα θα ενίσχυε τη δυναμική της..
- Ο ρόλος του ΕΣΨΣ είναι πολύ σημαντικός όσον αφορά τη δημιουργία της πρότασης για την υιοθέτηση των ψυχρών στεγών αλλά και όσον αφορά στις επαφές με τα πρόσωπα που χαράσσουν πολιτικές. Προτείνεται η χρήση του στρατηγικού πλάνου δράσης από ΕΣΨΣ, εστιάζοντας σε πολιτικές μοντέλα, που έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία σε άλλες περιπτώσεις, και στην κατάλληλη τροποποίησή τους ώστε να μπορέσουν να εφαρμοστούν στην περίπτωση των ψυχρών στεγών.

Τα αποτελέσματα του έργου που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους κοινοποιήθηκαν μέσω μεγάλου αριθμού δράσεων όπως δημοσιεύσεις, σεμινάρια, μπροσούρες, καθώς και το 1^ο διεθνές συνέδριο ψυχρών στεγών που πραγματοποιήθηκε στη Ρόδο το 2010, σημειώνοντας μεγάλη επιτυχία και σημαντικές συμμετοχές από το διεθνή χώρο στον τομέα των ψυχρών υλικών.

Το έργο Ψυχρές Στέγες συντονίζεται από το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και οι υπόλοιποι 12 συμμετέχοντες είναι: το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Αφοι Περδίκη Ο.Ε. (ABOLIN), ο Δήμος Καισαριανής, το Πανεπιστήμιο του Brunel (H.B.), η Περιφέρεια του Λονδίνου (H.B.), το Πανεπιστήμιο της La Rochelle (Γαλλία), η SIPEA HABITAT (Γαλλία),

Εθνικός Αντιπρόσωπος της Ιταλίας για τις Νέες Τεχνολογίες, την Ενέργεια και την Βιώσιμη Οικονομική Ανάπτυξη (ENEA, Ιταλία), η Περιφέρεια του Τράπανι (Ιταλία), το Εργαστήριο Ecobios s.r.l. (Ιταλία), η Ομοσπονδία Ευρωπαϊκών Ενώσεων Θέρμανσης και Κλιματισμού (REHVA, Βέλγιο) και η εταιρία Athena Consulting Group (Βέλγιο). Η διάρκειά του ήταν 30 μήνες και ξεκίνησε τον Σεπτέμβρη του 2008.

4. Πολιτικές δράσεις και πρωτοβουλίες σχετικά με τις ψυχρές στέγες στην Ευρώπη

Οι δράσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του έργου Ψυχρές Στέγες είχαν σημαντικά αποτελέσματα όσον αφορά στην επιτάχυνση της διείσδυσης των ψυχρών στεγών στην Ευρωπαϊκή αγορά αλλά και στον τομέα πολιτικών δράσεων, δεδομένου ότι υιοθετήθηκαν πολιτικές και προγράμματα σε εθνικό επίπεδο. Πιο συγκεκριμένα, τέσσερις χώρες (Ελλάδα, Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία και Ιταλία) πήραν πρωτοβουλίες για την προώθηση των ψυχρών υλικών.

Στην Ελλάδα, μια Κ.Υ.Α. Αρ. Δ6/Β/14826: Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα στο Άρθρο 8: Πρόσθετα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας, στα πλαίσια των απλών τεχνικών και συστημάτων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου περιλαμβάνεται η εφαρμογή σε δώματα ψυχρών βαφών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και υψηλού

συντελεστή εκπομπής. Επίσης, στον νέο ενεργειακό κανονισμό (KENAK) οι βασικές παράμετροι των ψυχρών υλικών (ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και συντελεστής εκπομπής) λαμβάνονται υπ' όψιν στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Επιπλέον, το πρόγραμμα “Χτίζοντας το Μέλλον” το οποίο έχει ήδη ανακοινωθεί από το ΚΑΠΕ και το ΥΠΕΚΑ, δίνει κίνητρα για την εφαρμογή 20,000 ψυχρών στεγών σε κτίρια κατοικιών με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης.

Στην Ιταλία πρόκειται να υιοθετηθεί μια ντιρεκτίβα που αποτελεί κομμάτι της οδηγίας της Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων, και θα προωθεί την εφαρμογή ψυχρών υλικών στα κτίρια με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το πρόγραμμα πιστοποίησης «BREEAM Communities» λειτουργεί σε εθελοντική βάση και περιλαμβάνει τη χρήση ψυχρών υλικών στο αστικό περιβάλλον ως μέθοδο αντιμετώπισης της αστικής θερμικής νησίδας.

Στη Γερμανία το σύστημα πιστοποίησης βιωσιμότητας των κτιρίων «German Sustainable Building Certificate», το οποίο αποτελεί πρότυπο του Γερμανικού Συμβουλίου Βιώσιμων Κτιρίων, στον τομέα της οικολογικής ποιότητας των κτιρίων περιλαμβάνει το «Κριτήριο 9: Μικροκλίμα» στο οποίο προσδιορίζεται ότι η επιλογή κατάλληλων υλικών μπορεί να συμβάλλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας και απαιτεί την καταγραφή της τιμής της ανακλαστικότητας των δωματίων/ στεγών και των όψεων του κτιρίου.

5. Συμπεράσματα

Στα πλαίσια του έργου Ψυχρές Στέγες πραγματοποιήθηκε η δημιουργία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Ψυχρών Στεγών. Επιπλέον, μια βάση δεδομένων καθώς και εργαλεία αξιολόγησης των ψυχρών στεγών αναπτύχθηκαν ενώ 5 πιλοτικές εφαρμογές ψυχρών υλικών αποδεικνύουν τα οφέλη των ψυχρών υλικών σε πραγματικά κτίρια. Με στόχο την υπερπήδηση των εμποδίων και την επιτάχυνση της διείσδυσης των ψυχρών στεγών στην Ευρωπαϊκή αγορά και στις Ευρωπαϊκές και εθνικές πολιτικές, πραγματοποιήθηκε έρευνα αγοράς και σχέδιο προώθησης ψυχρών στεγών παράλληλα με μία αξιολόγηση του Ευρωπαϊκού τοπίου σε θέματα πολιτικών. Οι ψυχρές στέγες αποτελούν μια βιώσιμη, οικονομική και ενεργειακά αποδοτική λύση για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την αντιμετώπιση του φαινομένου της αστικής θερμικής νησίδας. Οι δράσεις που περιγράφονται στην παρούσα δημοσίευση συνέβαλαν στην προώθηση και καθιέρωση της τεχνολογίας των ψυχρών στεγών στην Ευρώπη.

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του έργου Ψυχρές Στέγες Αρ. Συμβολαίου: ΕΙΕ/07/475/SI2.499428 που υποστηρίζεται από το πρόγραμμα Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη (ΕΕΕ).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] LBNL. Heat island group, <http://heatisland.lbl.gov/>.
- [2] Santamouris M. “Heat island research in Europe a state of the art”. *Advances Building Energy Research* 1,123-150 (2007).
- [3] Kataoka K, Matsumoto F, Ichinose T, Taniguchi M. “Urban warming trends in several large Asian cities over the last 100 years”. *Science of the Total Environment* 407(9), 3112e9. doi:10.1016/j.scitotenv (2009)
- [4] Mihalakakou P, Santamouris M, Papanikolaou N, Cartalis C, Tsangrassoulis A. “Simulation of the urban heat island phenomenon in mediterranean climates”. *Journal of Pure and Applied Geophysics*;161:429e51,(2004).
- [5] Hassid S., Santamouris M., Papanikolaou N., Linardi A., Klitsikas N., Georgakis C., Assimakopoulos D.N.. “The effect of the Athens heat island on air conditioning load”. *Energy and Buildings* 32:131–141 (2003).
- [6] Santamouris M., Papanikolaou N., Livada I., Koronakis I., Georgakis C., Argiriou A., Assimakopoulos D.N., “On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings”. *Energy and Buildings* 70: 201–216 (2001).
- [7] R. Watkins, J. Palmer, M. Kolokotroni and P. Littlefair, The balance of the annual heating and cooling demand within the London urban heat island *BSER & T* 2002; 23 (4):. 207–213.
- [8] EPA Heat Island Effect website: <http://www.epa.gov/heatisland/>
- [9] Taha H., S. Douglas, and J. Haney, “The UAM sensitivity analysis: The August 26–28 1987 oxidant episode. Analysis of Energy Efficiency and Air Quality in the South Coast Air Basin—Phase II”, Rep. LBL-35728 (1994).
- [10] Bretz, S., Akbari, H., 1997. Long-term performance of high albedo roof coatings. *Energy and Buildings* 25, 159–167.
- [11] Konopacki, S., Akbari, H., “Measured energy savings and demand reduction from a reflective roof membrane on a large retail store in Austin”. Lawrence Berkley Laboratory Report No. LBNL-47149, CA. (2000)
- [12] Konopacki, S., H. Akbari, M. Pomerantz, S. Gabersek, and L. Gartland.. “Cooling Energy Savings Potential of Light-Colored Roofs for Residential and Commercial Buildings in 11 U.S. Metropolitan Areas”. Paper LBNL-39433. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA (1997)
- [13] Akbari, H., Bretz, S., Taha, H., Kurn, D., Hanford, J., “Peak power and cooling energy savings of high albedo roofs”. *Energy and Buildings – Special Issue on Urban Heat Islands and Cool Communities* 25 (2), 117–126 (1997).
- [14] Rosenfeld, A.H., Akbari, H., Pomerantz, M., Taha, H., Romm, J.J., “Policies to reduce heat islands: magnitudes of benefits and incentives to achieve them”. In: *Proc. 1996 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings* 9 (1996).
- [15] Taha H., “Modeling the impacts of large-scale albedo changes on ozone air quality in the South Coast Air Basin”. *Atmos. Environ.*, 31, 1667–1676 (1997).
- [16] Taha H., “Urban surface modification as a potential ozone airquality improvement strategy in California—Phase one: Initial mesoscale modeling”. Altostratus Inc. for the California Energy Commission, PIER Energy-Related Environmental Research Rep. CEC-500-2005-128 (2000)
- [17] Akbari H., Menon S. and Rosenfeld A., Global cooling: increasing world-wide urban albedos to offset CO₂, *Climatic Change* (2009) 94:275–286, DOI 10.1007/s10584-008-9515-9(2009),.
- [18] European Cool Roofs Council website: <http://coolroofs-eu-crc.eu/>

[19]ASTM E1980 - 01 Standard Practice for Calculating Solar Reflectance Index of Horizontal and Low-Sloped Opaque Surfaces.

[20] Cool Roofs project: www.coolroofs-eu.eu