

ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

ΕΙΔΗ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



πηγή: Concretedecor.net

Τα ενδοδαπέδια συστήματα αποτελούν μια μορφή έμμεσης θέρμανσης, στα οποία ο φορέας της θερμότητας, ο οποίος συνήθως είναι κάποιο ρευστό, αλλά όχι μόνο, θερμαίνεται από ένα καύσιμο ή κάποια άλλη πηγή ενέργειας, όπως είναι οι γεωθερμικές πηγές και η ηλιακή ενέργεια. Η λειτουργία της εγκατάστασης είναι σχετικά απλή. Το ρευστό, αφού θερμανθεί, μεταφέρεται μέσω δικτύου σωληνώσεων στους εγκατεστημένους αγωγούς των δαπέδων των θερμαινόμενων χώρων, όπου πραγματοποιείται διάχυση της θερμότητας με αγωγή και ακτινοβολία μέσω των εγκατεστημένων υλικών του συστήματος. Βασική επιδίωξη της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι η δημιουργία ιδανικών συνθηκών ευεξίας και θερμικής θαλπωρής σε συνδυασμό με το χαμηλό λειτουργικό κόστος και τα μεγάλα ενεργειακά οφέλη, σε σύγκριση τουλάχιστον με τα συμβατικά μέσα θέρμανσης.

Παρουσίαση:
ΛΑΖΑΡΟΣ Γ. ΣΙΣΜΑΝΙΔΗΣ, διπλ. πολιτικός μηχανικός Α.Π.Θ.



Σειρά εργασιών για την κατασκευή υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Στην περίπτωση της κλασικής υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης, το νερό, το οποίο αποτελεί τον φορέα θερμότητας, θερμαίνεται και κυκλοφορεί σε θερμοκρασίες από 30°C έως 45°C στους αγωγούς του συστήματος, μεταφέροντας έτσι θερμότητα στη στρώση του θερμομονωτή, που αποτελεί ουσιαστικά το τιμμεντοκονίαμα θέρμανσης του δαπέδου. Το θερμομονωτή περιβάλλει τους πλαστικούς εγκιβωτισμένους σωλήνες, δημιουργεί επίπεδη επιφάνεια για την εφαρμογή των υλικών της τελικής επίστρωσης και συσσωρεύει τη θερμότητα του συστήματος, αποδίδοντάς την στο χώρο. Η σύνθεσή του αποτελείται από άμμο ποταμού, τιμμέντο, νερό και ειδικά βελτιωτικά γαλακτώματα πρόσμιξης. Στην υδραυλική ενδοδαπέδια θέρμανση, η μονάδα παραγωγής της θερμότητας βρίσκεται έξω από τους θερμαινόμενους χώρους, συνήθως σε κατάλληλα διαμορφωμένα λεβητοστάσια. Κατά την καλοκαιρινή περίοδο, το σύστημα της υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως σύστημα ενδοδαπέδιου δροσισμού, χάρη στην κυκλοφορία νερού χαμη-

λών θερμοκρασιών που κυμαίνονται μεταξύ 14°C και 18°C. Το ψυχρό δάπεδο απορροφά ουσιαστικά τη θερμότητα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του κτιρίου, με αποτέλεσμα να διατηρεί τη θερμοκρασία του κοντά στους 22°C - 25°C. Ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί έτσι να αποβάλλει σημαντικά ποσά θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, γεγονός που δημιουργεί ιδανικές συνθήκες άνεσης συγκριτικά με άλλα συστήματα που ψύχουν τον αέρα, ακόμη και αν αυτά λειτουργούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

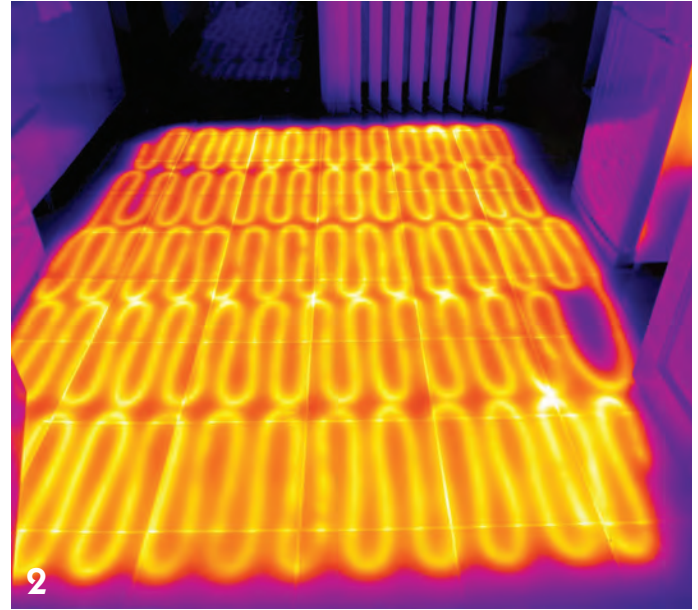
Τα συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και δροσισμού αποτελούν σύγχρονα μέσα, που βρίσκουν εφαρμογή σε κτίρια γραφείων, κατοικιών, σχολείων, κλειστών γυμναστηρίων, εκκλησιών, γηροκομείων, ξενοδοχείων και βιομηχανικών χώρων παραγωγής και αποθήκευσης, προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση πόρων και υψηλή ενεργειακή απόδοση στους χρήστες τους.

Στάδια κατασκευής

Η ολοκληρωμένη εγκατάσταση ενός κλασικού συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης ακολουθεί τη σειρά εργασιών που περιγράφονται παρακάτω:

1. Μορφόπλακες με κόμβους σε δάπεδο κατοικίας.
Πηγή: Gemak Therm.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	
Υλικά ενδοδαπέδιων συστημάτων	Γενική περιγραφή
Περιμετρικές μονωτικές ταινίες τοίχου	Κατασκευάζονται από αφρώδες πολυαιθυλένιο, έχουν πάχος μεταξύ 6 - 8 mm, ύψος μεταξύ 12 - 14 cm και συμβάλλουν στην προστασία των δομικών στοιχείων από τις συστολοδιαστολές του θερμαινόμενου δαπέδου.
Σωλήνες θέρμανσης	Κατασκευάζονται συνήθως από πολυαιθυλένιο ειδικού τύπου, κατάλληλο για αντοχή σε υψηλές θερμοκρασιακές συνθήκες. Αποτελούν εύκαμπτα υλικά 3 ή 5 στρώσεων, μια εκ των οποίων λειτουργεί συνήθως ως φράγμα οξυγόνου. Έχουν διάμετρο μεταξύ 10 - 17 mm και πάχος 1 - 2 mm.
Συλλέκτες	Κατασκευάζονται συνήθως από πολυαμίδιο, διανέμουν την ακριβή ποσότητα νερού σε κάθε κύκλωμα και επιτρέπουν την ανεξάρτητη ρύθμιση της θερμοκρασίας των θερμαινόμενων χώρων με ηλεκτροθερμικές κεφαλές. Τοποθετούνται σε ύψος περίπου 0,30 - 0,50 m από την τελική στάθμη της επιφάνειας του δαπέδου.
Μορφόπλακες	Κατασκευάζονται συνήθως από διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 2 - 4 cm και καλύπτονται με φύλλο πολυστερίνης πάχους 0,5 - 0,6 mm, η οποία είναι αδιαπέραστη από την υγρασία, συμβάλλοντας έτσι στη θερμομόνωση, την ηχομόνωση, αλλά και στην υδροπροστασία του δαπέδου. Συναντώνται παραλλαγές ανάλογα με τον τρόπο στερέωσης των σωλήνων και την μορφή της τελικής επικάλυψης της επιφάνειάς τους.
Θερμομπετόν	Κατασκευάζεται σε συνθήκες ιδανικά μεταξύ 5°C - 35°C. Αναλογία σε 1 m ³ μείγματος: 320 - 370 kg τσιμέντο, 1500 - 1600 kg άμμος, 3 - 4 λίτρα ειδικό προσθετικό γαλάκτωμα, 100 - 150 λίτρα νερό.
Αρμοί διαστολής	Κατασκευάζονται συνήθως επάνω από αντίστοιχους αρμούς διαστολής της υφιστάμενης πλάκας, σε επιφάνειες μεγαλύτερες των 40 m ² και ανάμεσα σε χωρίσματα εσωτερικών χώρων, όπου αλλάζει το τελικό υλικό επίστρωσης. Υπάρχουν στο εμπόριο έτοιμοι αρμοί διαστολής από αφρώδες πολυαιθυλένιο.



Αρχικά ελέγχεται η επιφάνεια της πλάκας του δαπέδου εγκατάστασης ως προς τις σκόνες και την επιπεδότητά της. Σε περίπτωση που κριθεί απαραίτητο, μπορεί να κατασκευαστεί μια στρώση εξομάλυνσης με τσιμεντοκονίαμα για την επιπέδωση του υποστρώματος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Κατόπιν πρέπει να εξασφαλισθεί ότι έχουν ολοκληρωθεί οι υδραυλικές και ηλεκτρολογικές εργασίες που προηγούνται της θέρμανσης, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα στην κατασκευή του συστήματος. Ακολουθεί η τοποθέτηση των συλλεκτών, ανάλογα με τον διαχωρισμό των θερμαινόμενων χώρων. Σειρά παίρνει η τοποθέτηση της ταινίας τοίχου στην περίμετρο όλων των δομικών στοιχείων. Ακολούθως τοποθετείται μονωτική πλάκα πάχους 2 - 4 cm σε όλη την επιφάνεια των θερμαινόμενων χώρων και όχι μόνο στα σημεία, στα οποία θα εγκατασταθούν οι σωλήνες. Στο δάπεδο, προαιρετικά, μπορεί να γίνει εφαρμογή επαλειφόμενου συγκολλητικού υλικού για καλύτερη πρόσφυση με τις μονωτικές πλάκες. Επί της μονωτικής πλάκας εγκαθίστανται οι σωλήνες θέρμανσης σε διάταξη ανάλογα με τη μελέτη. Έπειτα πραγματοποιείται η υδραυλική δοκιμή της εγκατάστα-

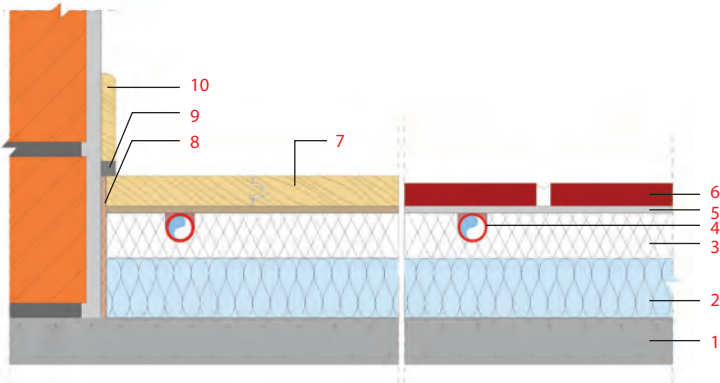
σης επί 24 ώρες, με πίεση 6 - 10 bar. Αφού κριθεί ότι όλα είναι έτοιμα, εφαρμόζεται η στρώση του θερμομπετόν στο σύνολο της επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων σε ύψος τουλάχιστον 4,5 cm από την άνω επιφάνεια των σωλήνων. Ταυτοχρόνως κατασκευάζονται οι απαραίτητοι αρμοί διαστολής προς αντιμετώπιση των συστολοδιαστολών του δαπέδου, ιδιαίτερα στις μεγάλες επιφάνειες. Σε 21 ημέρες μετά την κατασκευή της στρώσης του θερμομπετόν ξεκινά η εφαρμογή δοκιμαστικής θέρμανσης για 7 ημέρες, με αύξηση κατά 5°C μετά την τρίτη ημέρα. Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμαστικής θέρμανσης κατασκευάζεται η τελική επίστρωση του δαπέδου, με πλακάκια, μάρμαρα, ξύλινες σανίδες ή και άλλα υλικά, αφού εφαρμοστεί το κατάλληλο ανά περίπτωση υπόστρωμα επάνω στη στρώση του θερμομπετόν. Τέλος, ολοκληρώνεται η σύνδεση του ενδοδαπέδιου συστήματος με την πηγή θέρμανσης, γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις των θερμοστατών και των συλλεκτών και εφαρμόζονται οι οδηγίες λειτουργίας και συντήρησης της εγκατάστασης. Το συνολικό πάχος της κατασκευής ενός κλασικού ενδοδαπέδιου συστήματος ανέρχεται στα 9 - 12 cm.

2. Θερμοφωτογράφιση με θερμοκάμερα ενός δαπέδου με σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

3. Τοποθέτηση ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε σύμμεικτη πλάκα. Πηγή: Eurotech

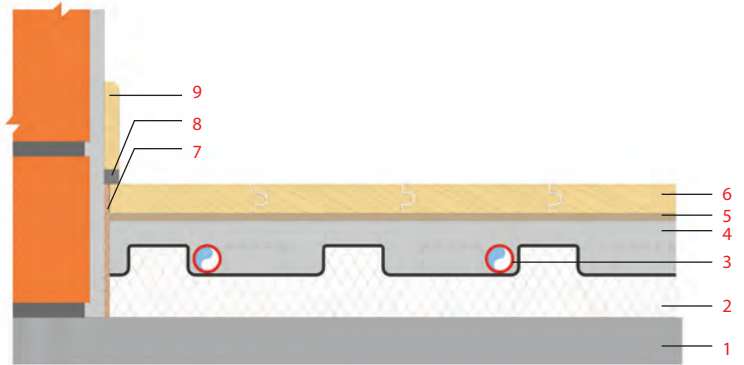
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΚΛΑΣΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
<ul style="list-style-type: none"> • Ιδανική και ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας στον χώρο. • Χαμηλό λειτουργικό κόστος και υψηλή εξοικονόμηση ενέργειας κατά 40% - 60% σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης. • Βραχυπρόθεσμη απόσβεση του κόστους εγκατάστασης χάρη στο μικρό λειτουργικό κόστος του συστήματος. • Βελτιωμένη ποιότητα του αέρα και εξάλειψη των ρευμάτων σκόνης στους εσωτερικούς χώρους. • Οικονομία ωφέλιμου χώρου. • Αισθητική αναβάθμιση του χώρου εγκατάστασης. • Μικρότερη επιβάρυνση του περιβάλλοντος σε σύγκριση με τα συμβατικά συστήματα. • Δυνατότητα εφαρμογής διαφόρων τύπων της τελικής επίστρωσης του δαπέδου, όπως πλακάκια, μάρμαρα και κολλητό ή πλωτό ξύλινο δάπεδο. • Αναβάθμιση της οικονομικής αξίας του ακινήτου. • Μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης του συστήματος. • Υψηλότερη θερμοκρασία κοντά στα άκρα του ανθρώπινου σώματος, τα οποία λειτουργούν ουσιαστικά ως θερμοστάτης του οργανισμού. 	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλό κόστος εγκατάστασης. • Πολύπλοκη εγκατάσταση, η οποία πραγματοποιείται αποκλειστικά από εξειδικευμένο προσωπικό. • Μεγάλη αδράνεια του συστήματος που οδηγεί στην απαίτηση περισσότερου χρόνου για τη θέρμανση ενός χώρου. • Απαίτηση μεγάλου πάχους δαπέδου για την εγκατάσταση του συστήματος, το οποίο ειδικά στις ανακαινίσεις μπορεί να προκαλέσει μεγάλες κατασκευαστικές δυσκολίες. • Αδυναμία εγκατάστασης κάτω από έπιπλα ή άλλα βαριά υλικά με αποτέλεσμα την περιορισμένη δυνατότητα για μελλοντικές αλλαγές της εσωτερικής διαρρύθμισης στους αντίστοιχους χώρους. • Δύσκολη και κοστοβόρα διαδικασία επισκευής ή αποκατάστασης του συστήματος σε περίπτωση ελαττωματικής λειτουργίας. • Δεν ενδείκνυται η εφαρμογή τους σε εγκαταστάσεις χώρων που χρησιμοποιούνται εποχιακά, όπως για παράδειγμα οι εξοχικές κατοικίες, διότι καθυστερεί αρκετά η απόσβεση του κόστους της αρχικής εγκατάστασης.



Τομή ενδοδαπέδιας θέρμανσης ξηράς δόμησης με ινογυψοσανίδες.

1. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
2. Πλάκα διογκωμένης ή εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 2 - 3 cm.
3. Ειδικά διαμορφωμένη ινογυψοσανίδα πάχους 1,5 cm.
4. Σωλήνας θέρμανσης.
5. Κόλλα.
6. Πλακίδιο.
7. Πολυστρωματικές σανίδες (laminat).
8. Περιμετρική ελαστική ταινία.
9. Ακρυλικός αρμόστοκος
10. Περιμετρικό αρμοκάλυπτρο.



Τομή ενδοδαπέδιας θέρμανσης με μορφόπλακες κόμβων.

1. Πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος.
2. Μορφόπλακα από διογκωμένη ή εξηλασμένη πολυστερίνη και πλάκα κόμβων.
3. Σωλήνας θέρμανσης.
4. Θερμομοπετόν.
5. Κόλλα.
6. Πολυστρωματικές σανίδες (laminat).
7. Περιμετρική ταινία.
8. Ακρυλικός αρμόστοκος
9. Περιμετρικό αρμοκάλυπτρο.

Παραλλαγές υδραυλικών ενδοδαπέδιων συστημάτων

Απαραίτητο στοιχείο για την επιτυχή εφαρμογή της ενδοδαπέδιας θέρμανσης αποτελεί η εγκατάσταση των σωλήνων του δαπέδου, η οποία πραγματοποιείται επί των διαμορφωμένων μονωτικών πλακών, των μορφόπλακων, οι οποίες λειτουργούν ως οδηγό των σωλήνων. Συνήθως κατασκευάζονται από διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 2 - 4 cm και καλύπτονται με φύλλο πολυστερίνης πάχους περίπου 0,5 - 0,6 mm, το οποίο είναι αδιαπέραστο από την υγρασία. Ως αποτέλεσμα αυτού, οι μορφόπλακες λειτουργούν ευεργετικά για τη θερμομόνωση του συστήματος, αλλά και για την υγραπροστασία του δαπέδου.

Ενδοδαπέδια θέρμανση (κλασική) με μορφόπλακες κόμβων

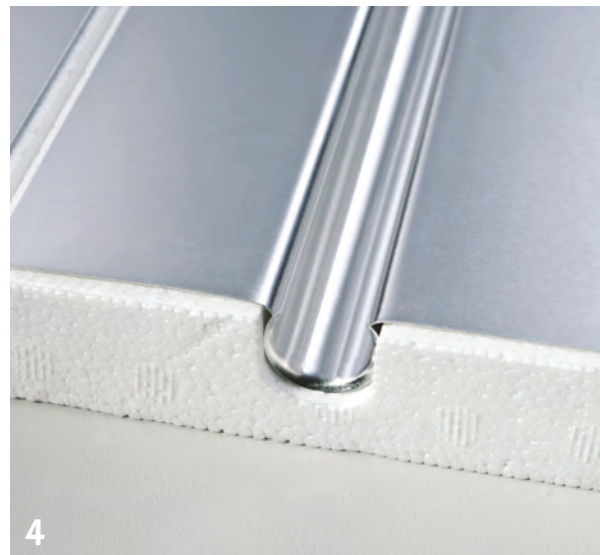
Η επιφάνεια των συγκεκριμένων μορφοπλακών αποτελείται από κόμβους, οι οποίοι βοηθούν στην εύκολη εγκατάσταση

αλλά και στην εξασφάλιση της επαρκούς στερέωσης των σωλήνων της θέρμανσης, η οποία είναι κρίσιμη ιδιαίτερα κατά την εφαρμογή της στρώσης του θερμομοπετόν. Οι σωλήνες απέχουν συνήθως 5 - 10 cm μεταξύ τους, ενώ τα σημεία αλλαγής κατεύθυνσης κυμαίνονται από 15° έως 180°. Ως αποτέλεσμα αυτού, το σύστημα ενδείκνυται για την προσαρμογή της διάταξης των σωλήνων σε σημεία, στα οποία υπάρχουν υποστυλώματα, ανοίγματα, ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, αρχιτεκτονικές προεξοχές και άλλα στοιχεία.

Ενδοδαπέδια θέρμανση (κλασική) με μορφόπλακες στερεωτικών αγκίστρων

Στον συγκεκριμένο τύπο, οι σωλήνες συγκρατούνται με ειδικά κλιπ, τα οποία στερεώνονται επάνω στη μορφόπλακα, με τη βοήθεια ενός τυπωμένου πλέγματος διαστάσεων περίπου 10 x 15 (cm) στην επιφάνειά της, που λειτουργεί ως οδηγός τοποθέτησης των σωλήνων. Βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η μεγάλη ελευθερία που χαρίζει στη διάταξη τοποθέτη-

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ		
Χαρακτηριστικό	Ενδοδαπέδια θέρμανση ξηράς δόμησης	Ενδοδαπέδια θέρμανσης υγρής δόμησης χαμηλού προφίλ
Ύψος συστήματος	Συνολικό ύψος που ανέρχεται στα 3,5 - 5,5 cm, αρκετά μικρότερο από το αντίστοιχο ύψος των κλασικών συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης.	Συνολικό ύψος που ανέρχεται στα 2,8 - 4,0 cm, αρκετά μικρότερο από το αντίστοιχο ύψος των κλασικών συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης.
Εφαρμογές	Το σύστημα εφαρμόζεται σε νέα έργα αλλά και ανακαινίσεις.	Το σύστημα εφαρμόζεται κυρίως σε ανακαινίσεις.
Ταχύτητα θέρμανσης	Θέρμανση του χώρου ταχύτερη σε σχέση με της συμβατικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης.	Θέρμανση του χώρου ταχύτερη σε σχέση με της συμβατικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης.
Εξοικονόμηση ενέργειας	Τα νέα συστήματα εξοικονομούν περίπου 10% - 20% περισσότερη ενέργεια σε σχέση με την κλασική ενδοδαπέδια θέρμανση.	Τα νέα συστήματα εξοικονομούν περίπου 10% - 20% περισσότερη ενέργεια σε σχέση με την κλασική ενδοδαπέδια θέρμανση.
Βάρος συστήματος	Το σύστημα ξηράς δόμησης είναι 4 με 5 φορές ελαφρύτερο σε σχέση με το δάπεδο της κλασικής ενδοδαπέδιας.	Το σύστημα χαμηλού προφίλ είναι 8 με 10 φορές ελαφρύτερο σε σχέση με το δάπεδο της κλασικής ενδοδαπέδιας.
Ξήρανση συστήματος	Δεν απαιτείται εφαρμογή της στρώσης του θερμομιπετόν ούτε και ξήρανση του νέου δαπέδου.	Γίνεται έγχυση αυτοεπιπεδούμενου κονιάματος, ο χρόνος για την ξήρανση του συστήματος είναι περίπου 3 φορές μικρότερος σε σχέση με της κλασικής ενδοδαπέδιας.
Θερμικοί συντελεστές	Υψηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας και χαμηλός συντελεστής θερμικής αντίστασης.	Υψηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας και χαμηλός συντελεστής θερμικής αντίστασης.
Κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας	Υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης αλλά χαμηλό λειτουργικό κόστος με άμεση απόσβεση.	Υψηλό αρχικό κόστος εγκατάστασης αλλά χαμηλό λειτουργικό κόστος με άμεση απόσβεση.



σης, γεγονός που την καθιστά ιδανική, κυρίως στην εγκατάσταση του συστήματος σε πολύπλοκες γεωμετρικά επιφάνειες.

Ενδοδαπέδια θέρμανση ξηράς δόμησης με ινογυψοσανίδες

Στον συγκεκριμένο τύπο ενδοδαπέδιας θέρμανσης η διάχυση της θερμότητας στην τελική επιφάνεια γίνεται χάρη στην υψηλή θερμική αγωγιμότητα των ειδικά διαμορφωμένων ινογυψοσανίδων του συστήματος, οι οποίες έχουν συνολικό ύψος 0,9 - 1,5 cm και τοποθετούνται συνήθως επάνω σε πλάκες εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 2 - 3 cm. Στις εγκοπές των ινογυψοσανίδων τοποθετούνται κωνευτά οι σωληνώσεις ονομαστικής διαμέτρου 10 - 17 mm και πάχους 1,0 - 1,5 mm, μέσα στις οποίες κυκλοφορεί το νερό.

Η μέθοδος θεωρείται ιδανική για εφαρμογή σε ανακαινίσεις ή και σε καινούρια έργα, όταν το διαθέσιμο ύψος για την ενδοδαπέδια θέρμανση είναι περιορισμένο, καθώς

επίσης και σε περιπτώσεις κατασκευών που δεν μπορούν να υποστηρίξουν το βάρος του θερμομιπετόν. Μετά την τοποθέτηση των σωλήνων, γίνεται έγχυση ειδικής σύνθεσης κονιάματος στις εγκοπές των ινογυψοσανίδων, ενώ κατόπιν μπορεί να κατασκευαστεί η τελική επίστρωση του δαπέδου από διάφορα υλικά μετά την κατάλληλη προετοιμασία του υποστρώματος. Το συνολικό ύψος του συστήματος μαζί με το τελικό δάπεδο κυμαίνεται μεταξύ 3,5 - 5,5 cm.

Ενδοδαπέδια θέρμανση ξηράς δόμησης με πλάκες αλουμινίου

Παραλλαγή του προηγούμενου συστήματος ξηράς δόμησης, αποτελεί η εγκατάσταση πλακών αλουμινίου συνολικού ύψους 0,9 - 1,5 cm με αυλακώσεις, στις οποίες τοποθετούνται κωνευτά οι σωλήνες του κυκλώματος. Οι πλάκες μπορούν είτε να προσαρμοστούν σε ειδικά διαμορφωμένες πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης με τις αντίστοιχες αυλακώσεις είτε να κερφωθούν σε ξύλινο διαμήκη σκελετό,

4. Μορφόπλακα με επικάλυψη από πλάκα αλουμινίου. Πηγή: Blanke.

5. Σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης ξηράς δόμησης. Πηγή: Mep.



λης θερμικής αγωγιμότητας, σε ύψος 0,8 - 1,0 cm από την άνω επιφάνεια των σωλήνων. Το ύψος του συνολικού συστήματος συμπεριλαμβανομένης της τελικής επίστρωσης του δαπέδου ανέρχεται στα 2,8 - 4,0 cm και μπορεί να εφαρμοστεί ουσιαστικά επάνω σε οποιαδήποτε υφιστάμενη επίστρωση. Οι μορφόπλακες ενδέχεται να είναι διάτρητες ή και όχι, ανάλογα με τη δυνατότητα του υποστρώματος να έρθει σε επαφή με το αυτοεπιπεδούμενο κονιάμα.

Πηγές θέρμανσης που συνεργάζονται με την υδραυλική ενδοδαπέδια θέρμανση

Μια εγκατάσταση υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης δύναται να λειτουργεί αρμονικά με όλους σχεδόν τους τύπους πηγών ενέργειας, όπως με τον λέβητα πετρελαίου, τον λέβητα φυσικού αερίου, την αντλία θερμότητας, την ηλιοθερμική εγκατάσταση κ.ά.

Η εξασφάλιση της επιτυχούς λειτουργίας του συστήματος σε συνδυασμό με λέβητες πετρελαίου και αερίου προϋποθέτει την ύπαρξη τρίοδης βάνας ανάμειξης και κατάλληλου συστήματος αντιστάθμισης, ώστε να εξασφαλίζεται μ' αυτόν τον τρόπο ότι το νερό που κυκλοφορεί στα κυκλώματα του δαπέδου δεν πρόκειται να ξεπεράσει τους 45°C.

Από την άλλη, βασικό πλεονέκτημα των αντλιών θερμότητας αποτελεί η πλήρης ανεξαρτησία τους από την κατανάλωση οποιουδήποτε καυσίμου, με μόνη απαίτηση για τη λειτουργία τους την παροχή ηλεκτρικής ισχύος στον συμπίεστή της μονάδας. Αυτό σημαίνει ότι οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, με τις οποίες λειτουργεί το ενδοδαπέδιο σύστημα, ευνοούν τη λειτουργία της αντλίας σε χαμηλά επίπεδα, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα σε γενικές γραμμές τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Γεωθερμικό σύστημα υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Η ενδοδαπέδια θέρμανση μπορεί να λειτουργήσει συνδυαστικά και με άλλες πιο σύγχρονες μονάδες παραγωγής θερμότητας, όπως είναι οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, χαρακτηριστικό παράδειγμα των οποίων αποτελεί η γεωθερμία. Τα γεωθερμικά συστήματα λειτουργούν απαγόνας θερμότητα από το υπέδαφος κατά τη χειμερινή περίοδο, την οποία και αποδίδουν στο κτίριο με στόχο τη θέρμανσή του. Με ανάλογο τρόπο τα ίδια συστήματα επιστρέφουν τη θερμότητα κατά την καλοκαιρινή περίοδο, δημιουργώντας αντίστοιχα συνθήκες δροσίμου στον περιβάλλοντα χώρο εγκατάστασης.

Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από τις γεωτρήσεις, τους γεωεναλλάκτες, την αντλία θερμότητας και τη μονάδα θέρμανσης εντός του κτιρίου, όπως είναι το σύστημα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

Οι γεωεναλλάκτες είναι κατακόρυφοι ή οριζόντιοι σωλήνες πολυαιθυλενίου υψηλών αντοχών. Οι κατακόρυφοι, τοποθετούνται εντός γεωτρήσεων διαμέτρου 100 - 115 mm και βάθους 30 - 250 m ανά περίπτωση, την ώρα που οι οριζόντιοι διαστρώνονται στην επιφάνεια του πυθμένα ορυγμάτων βάθους 2 - 3 m και πλάτους ανάλογου της μελέτης σχεδιασμού του συστήματος.

Στα γεωθερμικά συστήματα ή ακόμη και στην περίπτωση της αβαθούς γεωθερμίας, η ηλεκτρική ισχύς για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας μπορεί να εξασφαλιστεί από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως για παράδειγμα τα οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα, οπότε η θέρμανση και ο δροσίσιμός του

ο οποίος εδράζεται με τη σειρά του στην πλάκα του δαπέδου και έχει στο εσωτερικό του μονωτικό υλικό. Η τελική επίστρωση μπορεί να κατασκευαστεί από διάφορα υλικά.

Ενδοδαπέδια θέρμανση υγρής δόμησης χαμηλού προφίλ

Σε περίπτωση που σε κάποιον χώρο υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις θερμομόνωσης και το σύστημα της ενδοδαπέδιας θέρμανσης πρέπει να κατασκευαστεί αποκλειστικά επάνω σε υφιστάμενο δάπεδο χωρίς την προσθήκη επιπλέον μόνωσης, μπορεί να πραγματοποιηθεί η κατασκευή ενδοδαπέδιου συστήματος με μορφόπλακες χαμηλού ύψους μεταξύ 0,3 - 0,6 cm, οι οποίες κουμπώνουν η μία με την άλλη σχηματίζοντας στεγανοποιητική στρώση για την προστασία της υφιστάμενης μόνωσης.

Επί των πλακών ουσιαστικά "κολλούν" ή στερεώνονται με άλλο τρόπο οι ενδοδαπέδιοι -αυτοκόλλητοι ή και όχι- σωλήνες συνήθους διαμέτρου 10 mm, ενώ μετά την τοποθέτησή τους γίνεται έγχυση ειδικού αυτοεπιπεδούμενου κονιάματος μεγά-

6. Έγχυση αυτοεπιπεδούμενου κονιάματος σε σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης χαμηλού προφίλ.
Πηγή: Floor Screeding Solutions.

7. Διάταξη από οριζόντιους γεωεναλλάκτες κατά την κατασκευή γεωθερμικού συστήματος.
Πηγή: The Expandables 3 Film.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Παράγοντας σύγκρισης	Υδραυλικά ενδοδαπέδια συστήματα	Ηλεκτρική ενδοδαπέδια θέρμανση
Τρόπος λειτουργίας	Πλαστικοί σωλήνες, που αντλούν νερό θερμαινόμενο από κάποια πηγή θερμότητας.	Ηλεκτρικά καλώδια θέρμανσης, συνδεδεμένα με παροχή ηλεκτρικού ρεύματος.
Έργα εφαρμογής	Ιδανικό σύστημα για νέες κατασκευές και μεγάλες επιφάνειες.	Ιδανικό σύστημα για ανακαινίσεις και εφαρμογές εξωτερικών χώρων.
Λειτουργικά έξοδα	Χαμηλό κόστος λειτουργίας.	Υψηλό κόστος λειτουργίας, που εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος.
Κόστος εγκατάστασης	Υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης.	Χαμηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης.
Χρόνος εγκατάστασης	Απαιτητική εγκατάσταση μεγάλης διάρκειας.	Γρήγορη και πιο απλή εγκατάσταση.
Λεβητοστάσιο	Οι πηγές θερμότητας εγκαθίστανται σε λεβητοστάσιο εξωτερικά των θερμαινόμενων χώρων.	Δεν υπάρχει απαίτηση για λεβητοστάσιο.
Δροσισμός	Παρέχεται η δυνατότητα δροσισμού των χώρων.	Τα συστήματα χρησιμοποιούνται μόνο για θέρμανση.



κτιρίου μπορεί να εξασφαλιστεί μέσω ενός πλήρως παθητικού συστήματος, το οποίο έχει μηδενικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα και τεράστια ενεργειακά και οικονομικά οφέλη για τους χρήστες του και γενικότερα για το περιβάλλον χάρη στη μεγάλη εξοικονόμηση πόρων.

Ηλεκτρική ενδοδαπέδια θέρμανση

Η εγκατάσταση της ηλεκτρικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης πραγματοποιείται με την εγκατάσταση πλεγμάτων από θερμικά καλώδια, που τοποθετούνται επάνω σε μορφόπλακες επί της πλάκας του δαπέδου του θερμαινόμενου χώρου. Τα θερμικά καλώδια εγκιβωτίζονται από τσιμεντοκονίαμα θέρμανσης στα πρότυπα του θερμομετόν ή από άλλο υλικό παρόμοιων χαρακτηριστικών. Μετά την εφαρμογή της συγκεκριμένης στρώσης μπορεί να κατασκευαστεί η τελική στρώση του δαπέδου από ένα μεγάλο εύρος υλικών. Τα καλώδια οδηγούνται στον θερμοστάτη που ελέγχει τον αντίστοιχο χώρο, ενώ η τροφοδοσία του συστήματος εξασφαλίζεται απευθείας από

τον πίνακα διανομής. Η εφαρμογή των ηλεκτρικών ενδοδαπέδιων συστημάτων περιορίζεται στη θέρμανση και όχι στον δροσισμό της εγκατάστασης.

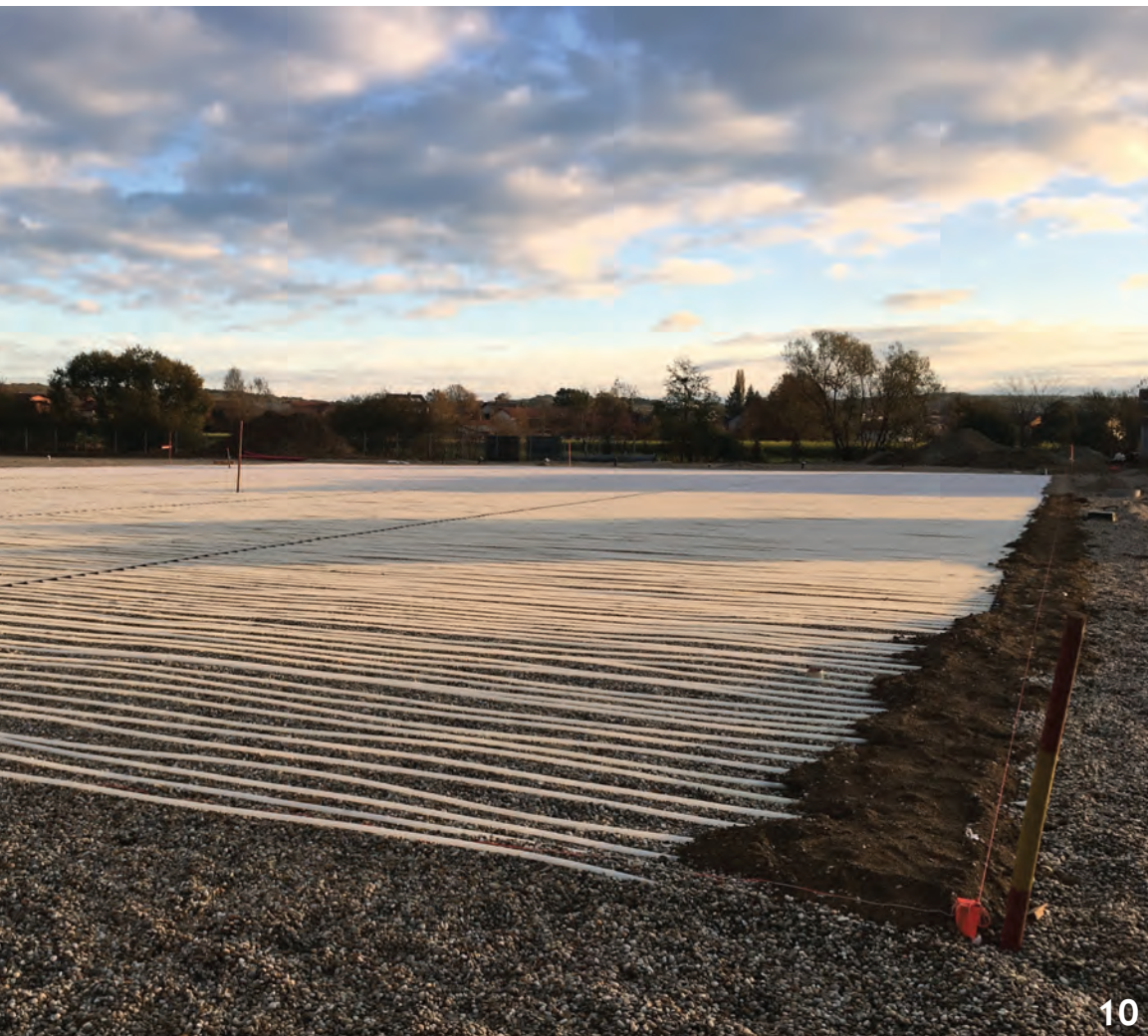
Ενδοδαπέδια θέρμανση εξωτερικών εφαρμογών

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αξιοποίησης της ηλεκτρικής ενέργειας στην εφαρμογή ενδοδαπέδιων συστημάτων αποτελούν τα δάπεδα εξωτερικών χώρων. Η εγκατάσταση πραγματοποιείται αποκλειστικά σε νέα έργα και εκτελείται στο στάδιο πριν από τη σκυροδέτηση της πλάκας του δαπέδου. Οι σωλήνες του συστήματος στερεώνονται επάνω ή κάτω από τη σχάρα του οπλισμού με κλιπ ή με άλλον τρόπο.

Σκοπός του συστήματος είναι η προστασία των δαπέδων από χιόνια, πάγο και υγρασία. Ορισμένα από τα παραδείγματα των συγκεκριμένων εφαρμογών αποτελούν οι χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, τα αεροδρόμια, τα γήπεδα ποδοσφαίρου, ενώ το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί για παρόμοιο σκοπό ακόμη και σε στέγες κτιρίων, κυρίως σε περιοχές, στις οποίες συνα-

8. Ηλεκτρική ενδοδαπέδια θέρμανση σε δάπεδο κατοικίας. Πηγή: Skky Radiant.

9. Εγκατάσταση ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε δάπεδο χώρου στάθμευσης αυτοκινήτων. Πηγή: B&D Heating and Cooling.



10

ντώνται έντονα τα καιρικά φαινόμενα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί αντίστοιχα και με τα συστήματα υδραυλικής ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

Επιλογή υλικών της τελικής επίστρωσης του δαπέδου

Ως τελική επικάλυψη των συστημάτων ενδοδαπέδιας θέρμανσης μπορεί να εφαρμοστεί ένα πλήθος από διαφορετικά υλικά, ανάλογα με τις απαιτήσεις και με τα αισθητικά κριτήρια του χρήστη, με την προϋπόθεση ότι τηρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή του συστήματος, αλλά και του τελικού δαπέδου. Ο κυριότερος παράγοντας, που μελετάται για την επιλογή του τελειώματος του δαπέδου, είναι ο συντελεστής της θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Το πλακάκι, η πέτρα και το μάρμαρο θεωρούνται γενικά ιδανικές επιλογές για την τελική επίστρωση του δαπέδου, διότι συνδυάζουν υψηλή θερμική αγωγιμότητα και μεγάλη διάρκεια εκπομπής θερμότητας, ακόμη και σε μεγάλες επιφάνειες. Από την άλλη, η επιλογή ενός ξύλινου δαπέδου θα πρέπει να γίνει ανάμεσα σε υλικά ποικίλων προδιαγραφών και χαρακτηριστικών. Στην περίπτωση που εξασφαλιστεί ο υψηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας αλλά και το χαμηλό ποσοστό σε περιεχόμενη υγρασία, τότε μπορούν να εγκατασταθούν τα κολλητά, τα πλωτά ή και τα καρφωτά ξύλινα δάπεδα.

10.
Εγκατάσταση
ενδοδαπέδιας
θέρμανσης
σε τάπητα αθλητικών
δραστηριοτήτων.
Πηγή: Pipelife.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Zhang D., Cai N., Wang Z., **Experimental and numerical analysis of lightweight radiant floor heating system**, Energy and Buildings, τεύχος 61, σελίδες 260 - 266, 2013.
- Jin X., Zhang X., Luo Y., **A calculation method for the floor surface temperature in radiant floor system**, Energy and Buildings, τεύχος 42, σελίδες 1753 - 1758, 2010.
- Belz K., Kuznik F., Werner K. F., Schmidt T., Ruck W. K. L., **Thermal energy storage systems for heating and hot water in residential buildings**, Woodhead Publishing Series in Energy, τεύχος 8, σελίδες 441 - 465, 2015.
- Cao X., Xilei D., Junjie L., **Building energy consumption status worldwide and the state of the art technologies for zero energy buildings during the past decade**, Energy and Buildings, τεύχος 128, σελίδες 198 - 213, 2016.
- Sun Mingqing, Mu Xinying, Wang Xiaoying, Hou Zuofu, Li Zhuoqi, **Experimental studies on the indoor electrical floor heating system with carbon black mortar slabs**, Energy and Buildings, τεύχος 40, σελίδες 1094 - 1100, 2008.
- J. Golebiowski, S. Kwieckowski, **Dynamics of three - dimensional temperature field in electrical system of floor heating**, International Journal of Heat and Mass Transfer, τεύχος 45, σελίδες 2611 - 2622, 2002.
- R. Karadag, I. Teke, **Investigation of floor nusselt number in floor heating system for insulated ceiling conditions**, Energy Conversion and Management, τεύχος 48, σελίδες 967 - 976, 2011.
- Martinopoulos, G. Papakostas, K. Papadopoulos, **A comparative analysis of various heating systems for residential buildings in Mediterranean climate**, Energy Build, τεύχος 124, σελίδες 79 - 87, 2016.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΑΡΘΡΑ ΣΤΟ "ΚΤΙΡΙΟ"

- **Αναβάθμιση συστημάτων θέρμανσης - ψύξης στα κτίρια με αντλίες θερμότητας**. Τεύχος 10/2023, σελ.
- **Ενδοδαπέδια θέρμανση & εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκριτική παρουσίαση σε σχέση με άλλα συστήματα**. Τεύχος 9/2016, σελ. 61.
- **Ενδοδαπέδια θέρμανση για θερμική άνεση & οικονομία**. Τεύχος 193, σελ. 65.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
& ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΡΘΡΑ
στην ιστοσελίδα www.ktirio.gr