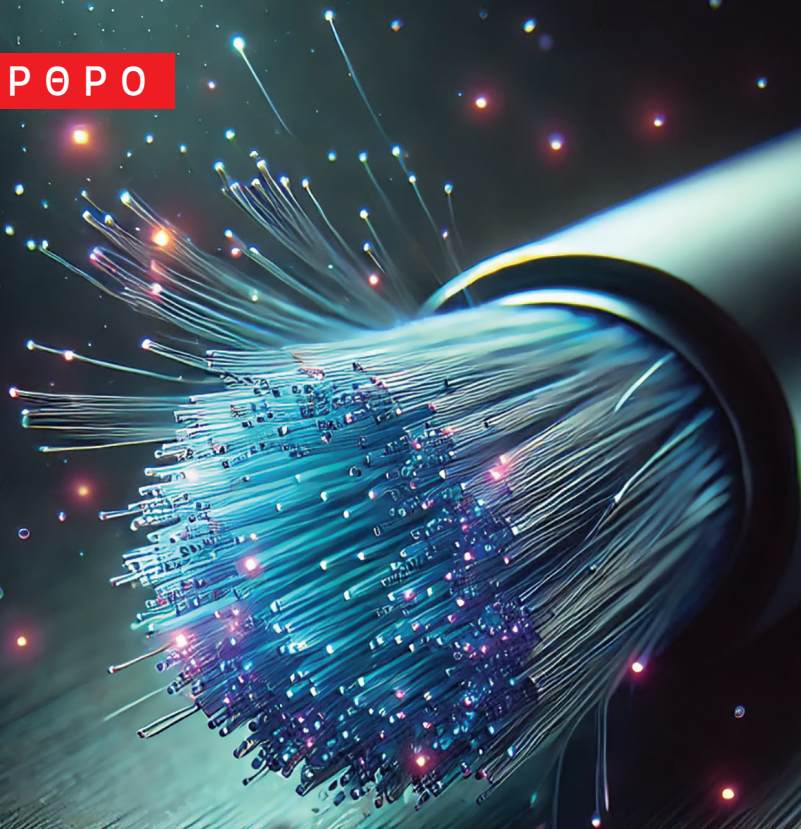




Σύστημα περιμετρικής ασφάλειας με οπτικές ίνες

Τεχνική ανάλυση, τύποι εγκατάστασης, πλεονεκτήματα και πιθανές βλάβες

AI generated

Τα σύγχρονα συστήματα περιμετρικής ασφάλειας αξιοποιούν την ακρίβεια και την ανθεκτικότητα των οπτικών ινών, προσφέροντας αξιόπιστη ανίχνευση παραβιάσεων και υψηλή επιχειρησιακή ασφάλεια σε κρίσιμες εγκαταστάσεις.



Άρθρο του κ.
Γεωργίου Μοσχονά*

Οι οπτικές ίνες αποτελούν πλέον βασικό στοιχείο στα σύγχρονα συστήματα ασφαλείας, χάρη στις δυνατότητές τους για ταχύτατη και αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις. Χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μεταφορά σήματος από κάμερες παρακολούθησης υψηλής ανάλυσης (CCTV), για την επικοινωνία αισθητήρων και συστημάτων συναγερμού με κέντρα ελέγχου, αλλά και για περιμετρική προστασία με ανίχνευση κραδασμών ή παραβίασης μέσω της ίδιας της ίνας.

Σε σύγκριση με τα συμβατικά καλώδια χαλκού, οι οπτικές ίνες παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα: δεν επηρεάζονται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, προσφέρουν υψηλή ασφάλεια στη μετάδοση δεδομένων, δεν υπόκεινται εύκολα σε υποκλοπή και είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές σε δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Χρήση & πλεονεκτήματα

Οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται στην περιμετρική προστασία για να εντοπίζουν εισβολές ή παραβιάσεις σε φράγτες ή τοίχους. Το σύστημα λειτουργεί με έναν ειδικό τύπο οπτικής ί-

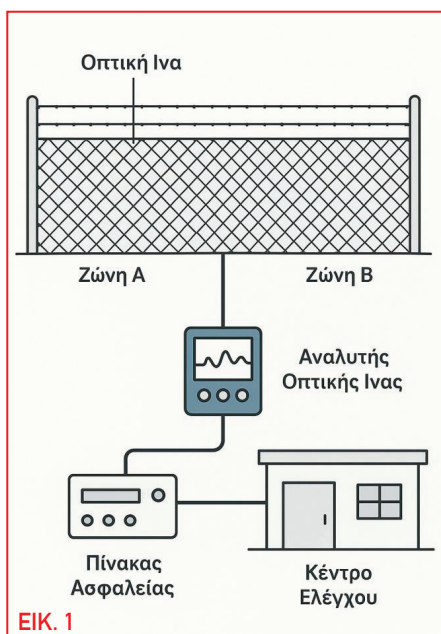
νας (συχνά ονομάζεται «αισθητήρια ίνα»), η οποία τοποθετείται κατά μήκος της περιφράξης ή ακόμα και μέσα στο αγκαθωτό του συρματοπλέγματος.

Αυτό το είδος προστασίας είναι πολύ ακριβές και άμεσο, και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις που απαιτούν υψηλό επίπεδο ασφαλείας, όπως είναι:

- Αεροδρόμια.
- Στρατιωτικές βάσεις.
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή εργοστάσια.
- Ενεργειακές εγκαταστάσεις (π.χ. σταθμοί παραγωγής ρεύματος).
- Φυλακές.
- Δεξαμενές καυσίμων ή διυλιστήρια.
- Διαβαθμισμένοι κυβερνητικοί χώροι.
- Μεγάλες αποθήκες ή logistic centers.

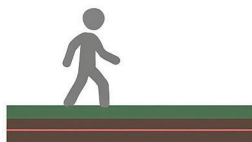
Η οπτική ίνα προτιμάται σε αυτές τις εφαρμογές, διότι:

- Δίνει ακριβή τοποθεσία του σημείου παραβίασης.
- Δεν επηρεάζεται από τον καιρό ή τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.
- Δύσκολα εντοπίζεται ή απενεργοποιείται από εισβολέα.
- Λειτουργεί χωρίς ρεύμα στην περίμετρο, καθώς το σήμα μεταφέρεται με φως.



ΕΙΚ. 1

Υπόγειο Σύστημα Ανίχνευσης Εισβολής



Χρησιμοποιεί καλώδια αισθητήρων θαμμένα στο έδαφος για την ανίχνευση δονήσεων ή κίνησης

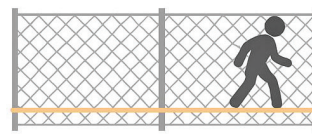
Σύστημα Ανίχνευσης Εισβολής σε Φράχτη



Αισθητήρες τοποθετημένοι στον φράχτη ανιχνεύουν προσπάθειες κοπής ή σκαρφαλώματος

ΕΙΚ. 2

Σύστημα Ανίχνευσης Εισβολής με Οπτική Ίνα



Ανιχνεύει κραδασμούς ή κίνηση κατά μήκος του καλωδίου οπτικής ίνας

Σύστημα Ασφαλείας με Ακτίνες Λέιζερ



Δημιουργεί αόρατο «τοίχο» από ακτίνες λέιζερ και ενεργοποιεί συναγερμό όταν διακοπούν

Τύποι οπτικών ινών

Η λειτουργία του παραπάνω συστήματος, βασίζεται στις βασικές αρχές της μετάδοσης του φωτός εντός των οπτικών ινών. Στην περιμετρική ασφάλεια χρησιμοποιούνται κυρίως οι εξής τύποι οπτικών ινών:

■ **Singlemode:** Είναι κατάλληλη για μεγάλες αποστάσεις (έως και δεκάδες χιλιόμετρα), και γι' αυτό προτιμάται σε περιμετρικά συστήματα.

■ **Multimode:** Χρησιμοποιείται σε μικρότερες αποστάσεις, αλλά σπανιότερα σε περιμετρική προστασία.

Αυτές οι ίνες είναι μηχανικά ενισχυμένες (armored ή tight-buffered), ώστε να αντέχουν σε καιρικές συνθήκες, υγρασία και μηχανικές καταπονήσεις. Η αισθητήρια ίνα μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορα σημεία, ανάλογα με τον τύπο της περιφράξης ή της επιφάνειας (βλ. πίνακα 1). Στο αγκαθωτό σύρμα ή το συρματόπλεγμα, η ίνα πλέκεται πάνω στο πλέγμα ή δένεται με πλαστικά δεματικά. Όταν προκύψει τάση, λύγισμα ή δόνηση, το σύστημα ανιχνεύει την ενέργεια αυτή ως πιθανή παραβίαση. Σε μεταλλικούς φράχτες ή φράχτες τύπου πλέγματος, η ίνα στερεώνεται κατά μήκος του φράχτη. Έτσι, μπορεί να ανιχνεύσει προσπάθειες κοπής, σκαρφαλώματος ή οποιαδήποτε μηχανική παρέμβαση.

Όταν η εφαρμογή γίνεται σε τοίχους ή μάντρες, η ίνα είτε στερεώνεται με

Η αισθητήρια ίνα μπορεί να εγκατασταθεί σε φράχτες, συρματόπλεγμα, τοίχους ή μάντρες, ανιχνεύοντας πιθανή παραβίαση όταν προκύψει τάση, λύγισμα ή δόνηση

ειδική κόλλα επάνω στην επιφάνεια, είτε τοποθετείται μέσα σε αυλάκια ή σωληνώσεις. Σε αυτή την περίπτωση, η ανίχνευση αφορά χτυπήματα, δονήσεις ή προσπάθεια αναρρίχησης. Για υπόγειες εφαρμογές, η ίνα θάβεται

κάτω από το έδαφος και είναι σε θέση να ανιχνεύσει βήματα, απόπειρες σκαψίματος ή δονήσεις από οχήματα ή εργαλεία. Η συγκεκριμένη μέθοδος επιτρέπει την κάλυψη αόρατων περιμετρικών ζωνών.

Πίνακας 1

Τύπος εγκατάστασης	Κόστος υλοποίησης*	Δυσκολία εγκατάστασης	Ορατότητα	Επίπεδο ασφάλειας	Σημειώσεις / προβληματισμοί
Αγκαθωτό σύρμα / συρματόπλεγμα	Μεσαίο	Εύκολη έως μέτρια	Μεσαία προς υψηλή	Καλό	Η έκθεση της ίνας μπορεί να αφήνει ορατά τα δεματικά ή τις καλωδιώσεις
Μεταλλικός φράχτης / πλέγμα	Μεσαίο	Μέτρια	Μεσαία	Καλό προς πολύ καλό	Καλή επιλογή για αναβάθμιση σε ήδη υπαρκτές περιφράξεις
Τοίχοι / μάντρες	Μεσαίο έως υψηλό	Μέτρια προς δύσκολη	Χαμηλή έως μεσαία	Καλό	Η προστασία σε εξωτερικές επιφάνειες πρέπει να ληφθεί υπόψη (καιρός, βανδαλισμοί)
Υπόγεια εγκατάσταση	Υψηλό	Δύσκολη (σκάψιμο, υποδομές)	Πολύ χαμηλή (αόρατη)	Πολύ καλό	Καλή για περιοχές που δεν επιτρέπεται ορατή εγκατάσταση, ωστόσο απαιτεί κατάλληλη προστασία και μελέτη εδάφους

* Το κόστος εξαρτάται από το μήκος, τα υλικά, τις υποδομές και τις εργασίες εκσκαφής ή διάνοιξης.

Πιθανές βλάβες και προβλήματα λειτουργίας

Παρότι τα συστήματα ασφαλείας περιφράξης που βασίζονται σε οπτικές ίνες χαρακτηρίζονται από υψηλή αξιοπιστία και ακρίβεια ανίχνευσης, υπάρχουν ορισμένοι πιθανοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη σωστή λειτουργία τους (βλ. πίνακα 2). Οι βλάβες αυτές μπορεί να προκύψουν είτε από φυσική φθορά των υλικών είτε από ρυθμιστικά ή περιβαλλοντικά αίτια.

Μία από τις πιο συχνές μορφές αστοχίας αφορά τη φυσική βλάβη της οπτικής ίνας, η οποία μπορεί να προκληθεί από κοπή, τσάκισμα ή μηχανική καταπόνηση της καλωδίωσης. Σε τέτοιες περιπτώσεις το σύστημα ενδέχεται να εμφανίσει πλήρη απώλεια σήματος ή να σταματήσει να επικοινωνεί με τη μονάδα ανάλυσης. Η αντιμετώπιση περιλαμβάνει έλεγχο της συνέχειας της ίνας και, εφόσον απαιτείται, αντικατάσταση ή επανασύνδεση των τμημάτων που έχουν υποστεί ζημιά. Επιπλέον, οι ψευδείς συναγερμοί αποτελούν μια συνήθη δυσλειτουργία, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου ο αναλυτής έχει ρυθμιστεί σε υπερβολικά υψηλή ευαισθησία. Περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως ο έντονος άνεμος, η βροχόπτωση ή η παρουσία ζώνων μπορούν να προκαλέσουν ανεπιθύμητες ενεργοποιήσεις. Η σωστή ρύθμιση της ευαισθησίας και η σταθερή στερέωση της οπτικής ίνας πάνω στην περίφραξη μειώνουν σημαντικά αυτά τα φαινόμενα.

Αντίθετα, όταν η ευαισθησία είναι πολύ χαμηλή, το σύστημα ενδέχεται να μην ανιχνεύει πραγματικές παραβιάσεις. Το πρόβλημα αυτό επιλύεται με επαναρύθμιση ή καλιμπράρισμα του αναλυτή, ώστε να επανέλθει στα κατάλληλα όρια λειτουργίας.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, η συσσώρευση περιβαλλοντικού θορύβου ή δονήσεων από οχήματα μπορεί να προκαλέσει αυξημένο αριθμό ψευδών συναγερμών. Ωστόσο, με τη χρήση φίλτρων ανάλυσης σήματος και προσαρμογή των παραμέτρων λογισμικού, το πρόβλημα μπορεί να περιοριστεί σημαντικά.

Τέλος, θερμική αστοχία μπορεί να παρουσιαστεί σε εξοπλισμό που λειτουργεί σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες ή υγρασία, επηρεάζοντας την απόδοση του αναλυτή ή του πίνακα ασφαλείας. Σε αυτές τις περιπτώσεις απαιτείται

Πίνακας 2		
Πιθανή βλάβη / συμπτώματα	Πιθανή αιτία	Τρόπος αντιμετώπισης
Διακοπή σήματος ή απώλεια επικοινωνίας με ίνα	Κόψιμο, τσάκισμα ή χαλάρωση οπτικής ίνας	Έλεγχος συνέχειας ίνας, αντικατάσταση ή επανασύνδεση
Ψευδείς συναγερμοί σε έντονο άνεμο ή βροχή	Υψηλή ευαισθησία στον αναλυτή ή χαλαρή στερέωση καλωδίου	Ρύθμιση ευαισθησίας, επαναστερέωση καλωδίου στην περίφραξη
Μη ανίχνευση παραβίασης	Πολύ χαμηλή ευαισθησία ή απορρύθμιση καλιμπράρισματος	Επαναρύθμιση / καλιμπράρισμα αναλυτή
Διακοπές λειτουργίας συστήματος	Βλάβη τροφοδοσίας, UPS ή ασφάλειας κυκλώματος	Έλεγχος ηλεκτρικών συνδέσεων και εφεδρικής παροχής
Μη επικοινωνία με κέντρο ελέγχου	Πρόβλημα δικτύου ή διακοπή επικοινωνίας Ethernet	Έλεγχος καλωδίωσης, IP σύνδεσης και ρυθμίσεων
Αυξημένος αριθμός ψευδών συναγερμών	Περιβαλλοντικοί θόρυβοι (ζώα, δονήσεις οχημάτων)	Φίλτρα ανάλυσης σήματος, τροποποίηση παραμέτρων λογισμικού
Απώλεια δεδομένων ή λανθασμένες ενδείξεις	Σφάλμα λογισμικού / firmware του αναλυτή	Επανεκκίνηση συστήματος, ενημέρωση λογισμικού
Θερμική αστοχία εξοπλισμού	Υψηλή θερμοκρασία ή υγρασία σε πίνακα	Βελτίωση εξαερισμού, αντικατάσταση εξαρτημάτων

Για υπόγειες εφαρμογές, η οπτική ίνα θάβεται κάτω από το έδαφος και ανιχνεύει βήματα, απόπειρες σκαψίματος ή δονήσεις από οχήματα ή εργαλεία

βελτίωση του εξαερισμού ή αντικατάσταση των εξαρτημάτων που έχουν υποστεί φθορά.

Συνολικά, τα συστήματα αυτά αποτελούν τον πυρήνα των ολοκληρωμένων υποδομών ασφαλείας του μέλλοντος, συνδυάζοντας τεχνολογική καινοτομία, ακρίβεια και απόλυτη προσαρμοστικότητα

στις ανάγκες κάθε εγκατάστασης. Με τη σωστή μελέτη, εγκατάσταση και προληπτική συντήρηση, ένα σύστημα ασφαλείας περιφράξης με οπτικές ίνες μπορεί να λειτουργεί απρόσκοπτα για πολλά χρόνια, εξασφαλίζοντας συνεχή επιτήρηση και έγκαιρη ειδοποίηση σε περίπτωση παραβίασης.

**Ο κ. Γεώργιος Μοσχονάς είναι πρόεδρος του Συλλόγου Οπτικών Ινών Ελλάδος.*

ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- **Senstar – FiberPatrol Perimeter Intrusion Detection Systems** (<https://senstar.com>)
- **Fiber SenSys Inc. (FSI) – Fiber-Optic Fence-Mounted Intrusion Detection** (<https://www.fibersensys.com>)
- **OptaSense / Luna Innovations – Distributed Acoustic Sensing (DAS) for Perimeter Security**
- **Bandweaver Technologies – Perimeter Security Applications Using Fiber Optic Sensing**
- **IEC/TR 62627 και ITU-T G.652/G.657 (πρότυπα για τύπους οπτικών ινών)**
- **Fiber Optic Sensors for Security and Defense Applications, SPIE Proceedings**
- **Distributed Fiber Optic Sensing for Perimeter Intrusion Detection, Journal of Lightwave Technology**
- **Dakin, J., & Culshaw, B. (Eds.) (2017). Optical Fiber Sensors: Systems and Applications.**
- **Mendez, A., & Morse, T. F. (2011). Specialty Optical Fibers Handbook.**
- **IEEE Communications and Photonics Society papers σχετικά με fiber-optic vibration sensing.**