

ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ · 8 ΛΕΠΤ. · 24 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2026

Αναβάθμιση υφιστάμενων εγκαταστάσεων: θερμικός διαχωρισμός σε υφιστάμενα κοντέινερ αποθήκευσης

Πολλά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες της πρώτης γενιάς δεν ανταποκρίνονται πλέον στις σημερινές προσδοκίες ασφάλειας. Πώς μπορούν τα υφιστάμενα κοντέινερ να αναβαθμιστούν με εύλογο τρόπο, με θερμικό διαχωρισμό, συστήματα πυροφραγμού και εκτόνωση πίεσης.

Γιατί τα υφιστάμενα συστήματα αποθήκευσης επανεξετάζονται σήμερα

Οι απαιτήσεις ασφάλειας για τα σταθερά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες (BESS) εξελίχθηκαν σημαντικά μέσα σε λίγα χρόνια. Κανονιστικά κείμενα όπως το NFPA 855 στη Βόρεια Αμερική έγιναν επανειλημμένα αυστηρότερα – μεταξύ άλλων με απαιτήσεις αντιεκρηκτικής προστασίας κατά NFPA 68 και NFPA 69 –, ενώ στον γερμανόφωνο χώρο οι δημοσιεύσεις των ασφαλιστικών εταιρειών και των κλαδικών ενώσεων συγκεκριμενοποίησαν τις προσδοκίες για τις αποστάσεις, τους διαχωρισμούς και τα συστήματα ανίχνευσης και αναγγελίας κινδύνου. Οι εγκαταστάσεις που κατασκευάστηκαν πριν από αυτή την εξέλιξη απολαύουν μεν κατά κανόνα προστασίας του υφιστάμενου καθεστώτος (Bestandsschutz), εφόσον δεν τροποποιούνται ουσιωδώς. Η τυπική αυτή προστασία όμως δεν απαντά στα ερωτήματα που απασχολούν πραγματικά τους φορείς εκμετάλλευσης.

Τα ερωτήματα αυτά έρχονται από τρεις κατευθύνσεις: από την ασφαλιστική εταιρεία, η οποία, μετά από τεκμηριωμένες πυρκαγιές σε εγκαταστάσεις αποθήκευσης παγκοσμίως, συνδέει τα ασφάλιστρα και τους όρους με τη στάθμη της τεχνικής· από τις αδειοδοτούσες αρχές και τις πυροσβεστικές υπηρεσίες, οι οποίες σε επεκτάσεις ή σε repowering επαναξιολογούν ολόκληρη την εγκατάσταση· και από τη διαχείριση κινδύνων της ίδιας της επιχείρησης, όταν το σύστημα αποθήκευσης βρίσκεται πιο κοντά σε κτίρια, υποσταθμούς μετασχηματιστών ή γειτονικές εγκαταστάσεις απ’ ό,τι θα σχεδιαζόταν σήμερα. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις η αναβάθμιση της θερμικής προστασίας των υφιστάμενων εγκαταστάσεων είναι συχνά ο οικονομικότερος μοχλός – αισθητά φθηνότερη από την αντικατάσταση με νέα κατασκευή ή τη μετεγκατάσταση.

Σημείωση: Προσοχή στην ουσιώδη τροποποίηση — Όποιος μετασκευάζει ένα υφιστάμενο σύστημα αποθήκευσης – για παράδειγμα αντικαθιστά δομοστοιχεία (modules), αυξάνει τη χωρητικότητα ή αλλάζει τη διάταξη εγκατάστασης – μπορεί να χάσει την προστασία του υφιστάμενου καθεστώτος και να υποχρεωθεί να υποβάλει ολόκληρη την εγκατάσταση σε νέα αξιολόγηση από πλευράς αδειοδότησης. Τα μέτρα αναβάθμισης (retrofit) πρέπει επομένως να συμφωνούνται έγκαιρα με την αρχή, τον μελετητή πυροπροστασίας και την

ασφαλιστική εταιρεία.

Βήμα πρώτο: αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης και ορισμός των στόχων προστασίας

Στην αρχή κάθε αναβάθμισης βρίσκεται η ειλικρινής αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης. Σε αυτήν περιλαμβάνονται τα διαθέσιμα έγγραφα (τύπος και χημεία των κυψελών, υφιστάμενα αποδεικτικά δοκιμών, αποφάσεις αδειοδότησης, μελέτη πυροπροστασίας), η κατασκευαστική κατάσταση του κελύφους του κοντέινερ, οι πραγματικές αποστάσεις από κτίρια, εγκαταστάσεις και όρια οικοπέδου, καθώς και η κατάσταση του υφιστάμενου εξοπλισμού: πυρανίχνευση, αισθητήρες ανίχνευσης αερίων, αερισμός, συστήματα κατάσβεσης, εκτόνωση πίεσης. Συχνά ευρήματα σε εγκαταστάσεις της πρώτης γενιάς: ανύπαρκτη ή ανεπαρκής εκτόνωση πίεσης, ασφράγιστες ή αυτοσχέδιες διελεύσεις καλωδίων, έλλειψη θερμικού διαχωρισμού ανάμεσα στον χώρο μπαταριών και τον χώρο τεχνικού εξοπλισμού, καθώς και αποστάσεις εγκατάστασης που δεν ανταποκρίνονται στις σημερινές συστάσεις.

Από την αποτύπωση προκύπτουν οι στόχοι προστασίας, και μάλιστα ρεαλιστικά: ένα υφιστάμενο κοντέινερ δεν γίνεται με την αναβάθμιση νέο πιστοποιημένο σύστημα. Εφικτοί και σκόπιμοι είναι συγκεκριμένοι, αποδείξιμοι στόχοι – για παράδειγμα η αποτροπή της μετάδοσης της πυρκαγιάς στο γειτονικό κοντέινερ για καθορισμένο χρονικό διάστημα, η προστασία του χώρου τεχνικού εξοπλισμού, η ελεγχόμενη απαγωγή των αερίων του ηλεκτρολύτη ή η μείωση της θερμικής ακτινοβολίας προς γειτονικά προστατευόμενα αγαθά. Κάθε στόχος καθορίζει διαφορετικά μέτρα· χωρίς αυτή την ιεράρχηση η αναβάθμιση γίνεται ακριβή και αυθαίρετη.

Θερμικός διαχωρισμός: μέτρα με ελάχιστο χώρο και βάρος

Η βασική οριακή συνθήκη στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις είναι: χώρος σχεδόν δεν υπάρχει. Τα ικριώματα (racks), οι οδεύσεις και ο εξοπλισμός κλιματισμού είναι ήδη τοποθετημένα, κάθε εκατοστό στη δομή του τοιχώματος λείπει από τον διάδρομο συντήρησης και η στατική επάρκεια του κοντέινερ περιορίζει το πρόσθετο βάρος. Ακριβώς εδώ αναδεικνύουν τα πλεονεκτήματά τους τα λεπτά μονωτικά υλικά υψηλών επιδόσεων: τα μικροπορώδη πάνελ και τα σύνθετα υλικά αερογέλης επιτυγχάνουν τη μονωτική ικανότητα των συμβατικών υλικών με κλάσμα του πάχους και επιτρέπουν έτσι την εσωτερική αναβάθμιση εκεί όπου οι κλασικές διατάξεις απλώς δεν χωρούν. Εναλλακτικά ή συμπληρωματικά, οι εργασίες μπορούν να γίνουν εξωτερικά – με προτοποθετημένες πλάκες πυροπροστασίας ή με αυτοτελείς τοίχους πυροπροστασίας ανάμεσα στα κοντέινερ, που αντισταθμίζουν τις ελλείψεις στις αποστάσεις.

- Εσωτερική επένδυση των κρίσιμων περιοχών των τοιχωμάτων με λεπτά μονωτικά υλικά υψηλών επιδόσεων, μηχανικά στερεωμένη και με ελεγμένη εκτέλεση των λεπτομερειών
- Θερμικός διαχωρισμός ανάμεσα στον χώρο μπαταριών και τον χώρο τεχνικού εξοπλισμού ως εσωτερικό διαχωριστικό τοίχωμα πυροπροστασίας
- Εκ των υστέρων τοποθέτηση ελεγμένων πυροφραγμών διελεύσεων καλωδίων και σωλήνων σε όλες τις διελεύσεις, συμπεριλαμβανομένης της σφράγισης των αχρησιμοποίητων ανοιγμάτων
- Προτοποθετημένα στοιχεία πυροπροστασίας ή ελεύθερα ιστάμενοι τοίχοι πυροπροστασίας ανάμεσα σε κοντέινερ με μικρές μεταξύ τους αποστάσεις
- Προστασία των φερουσών κατασκευών και των σχαρών καλωδίων στον εξωτερικό χώρο από τη θερμική ακτινοβολία ενός συμβάντος σε γειτονική μονάδα

Παράλληλα με τον παθητικό θερμικό διαχωρισμό πρέπει να ελέγχεται η εκτόνωση πίεσης. Οι κυψέλες ιόντων λιθίου εκλύουν κατά τη θερμική διαφυγή (thermal runaway) σημαντικές ποσότητες εύφλεκτων αερίων, μεταξύ των οποίων υδρογόνο· χωρίς υπολογισμένες επιφάνειες εκτόνωσης υπάρχει, σε περίπτωση συμβάντος, κίνδυνος ταχείας ανάφλεξης (deflagration), που υπερβαίνει τις αντοχές κάθε επένδυσης. Η διαστασιολόγηση γίνεται σύμφωνα με τους σχετικούς κανόνες της αντιεκρηκτικής προστασίας – π.χ. το NFPA 68 για την εκτόνωση πίεσης –, ενώ η εκ των υστέρων τοποθέτηση θυρίδων ή πετασμάτων εκτόνωσης στο κέλυφος του κοντέινερ είναι τεχνικά εύκολα εφικτή σε πολλές υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Ο παθητικός θερμικός διαχωρισμός και η

εκτόνωση πίεσης πρέπει να σχεδιάζονται από κοινού: η επένδυση δεν επιτρέπεται να φράζει τις οδούς εκτόνωσης.

Υλοποίηση εν λειτουργία

Η εκτέλεση σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις διαφέρει ριζικά από τη νέα κατασκευή: οι εργασίες γίνονται σε άμεση γειτνίαση με μπαταρίες υψηλής αποθηκευμένης ενέργειας και με τάσεις DC, που μπορεί να υπάρχουν ακόμη και σε κατάσταση απενεργοποίησης. Αυτό απαιτεί προσεκτική προετοιμασία των εργασιών – σχέδιο απομόνωσης και ασφάλισης σε συνεννόηση με τον φορέα εκμετάλλευσης της εγκατάστασης, καθορισμό του ποια racks ή τμήματα του κοντέινερ τίθενται εκτός λειτουργίας για ποια βήματα εργασίας, και συνεπή απαγόρευση των εργασιών που παράγουν σπινθήρες στον χώρο μπαταριών, όσο υπάρχουν τοποθετημένες κυψέλες. Οι διατρήσεις, οι κοπές και οι συγκολλήσεις στο κέλυφος γίνονται, όπου είναι δυνατόν, από έξω ή σε τμήματα χωρίς κυψέλες.

Για συστήματα αποθήκευσης που δεν μπορούν να αποσυνδεθούν πλήρως από το δίκτυο έχει αποδειχθεί αποτελεσματική η υλοποίηση κατά τμήματα: το κοντέινερ χωρίζεται σε τμήματα εργασιών, τα οποία διαδοχικά απομονώνονται, αναβαθμίζονται και τίθενται ξανά σε λειτουργία. Μέθοδοι τοποθέτησης με ελάχιστη σκόνη, προδιαμορφωμένα στοιχεία με όσο το δυνατόν λιγότερες κοπές επί τόπου και καθημερινός καθαρισμός του εργοταξίου δεν αποτελούν εδώ πολυτέλεια, αλλά προϋπόθεση – η αγώγιμη σκόνη και οι ίνες των μονωτικών υλικών δεν έχουν καμία θέση σε χώρο μπαταριών με ηλεκτρονικά ισχύος.

Αποδεικτικά, παραλαβή και συνεργασία με την ασφαλιστική εταιρεία

Μια αναβάθμιση ολοκληρώνεται μόνο όταν έχει τεκμηριωθεί. Σε αυτό περιλαμβάνονται τα αποδεικτικά καταλληλότητας χρήσης των συστημάτων που χρησιμοποιήθηκαν (εγκρίσεις τύπου κατασκευής, πιστοποιητικά δοκιμών, ETA, εκθέσεις κατάταξης), η τεκμηρίωση της τοποθέτησης με φωτογραφίες των λεπτομερειών που αργότερα καλύπτονται, οι σημασμένοι πυροφραγμοί, η επικαιροποιημένη μελέτη πυροπροστασίας και η ενημέρωση των σχεδίων για την πυροσβεστική υπηρεσία και των οδηγιών λειτουργίας. Όπου η αναβάθμιση αποτελούσε μέρος όρου της ασφαλιστικής εταιρείας ή της αρχής, η παραλαβή από αυτές πρέπει να επιδιώκεται ενεργά και να επιβεβαιώνεται γραπτώς.

Ρεαλιστικά, πάντως: η αναβάθμιση της θερμικής προστασίας είναι ένα συστατικό, όχι πανάκεια. Αναδεικνύει την αξία της σε συνδυασμό με λειτουργικά συστήματα ανίχνευσης αερίων και πυρανίχνευσης, με επιμελημένη διαχείριση των μπαταριών και με σαφείς κανόνες επέμβασης για την πυροσβεστική υπηρεσία. Όποιος όμως προσανατολίζει με συνέπεια τον παθητικό θερμικό διαχωρισμό των υφιστάμενων εγκαταστάσεων σε καθορισμένους στόχους προστασίας κερδίζει ακριβώς αυτό που μετρά σε περίπτωση συμβάντος – χρόνο: χρόνο κατά τον οποίο δεν συμβαίνει η διάδοση στο γειτονικό κοντέινερ, χρόνο για την ειδοποίηση και χρόνο για ελεγχόμενη επέμβαση.

Συχνές ερωτήσεις

Χάνει ένα υφιστάμενο σύστημα αποθήκευσης την προστασία του υφιστάμενου καθεστώτος λόγω της αναβάθμισης;

Οι αμιγείς βελτιώσεις της πυροπροστασίας κατά κανόνα δεν θέτουν σε κίνδυνο την προστασία του υφιστάμενου καθεστώτος – το αντίθετο. Το ζήτημα γίνεται κρίσιμο όταν ταυτόχρονα γίνονται ουσιώδεις τροποποιήσεις στην εγκατάσταση, όπως επεκτάσεις χωρητικότητας ή αλλαγή κυψελών. Τέτοια σχέδια πρέπει να συμφωνούνται εκ των προτέρων με την αδειοδοτούσα αρχή και την ασφαλιστική εταιρεία.

Μπορεί η αναβάθμιση να γίνει χωρίς απενεργοποίηση του συστήματος αποθήκευσης;

Εν μέρει. Τα εξωτερικά μέτρα, όπως οι προτοποθετημένοι τοίχοι πυροπροστασίας, είναι συνήθως εφικτά εν λειτουργία. Οι εργασίες στον χώρο μπαταριών απαιτούν αντίθετα σχέδιο απομόνωσης· έχει αποδειχθεί αποτελεσματική η υλοποίηση κατά τμήματα, κατά την οποία κάθε φορά τίθεται εκτός λειτουργίας μόνο ένα μέρος της εγκατάστασης.

Γιατί η εκτόνωση πίεσης αποτελεί μέρος της αναβάθμισης της θερμικής προστασίας;

Κατά τη θερμική διαφυγή παράγονται μεγάλες ποσότητες εύφλεκτων αερίων, μεταξύ των οποίων υδρογόνο. Χωρίς υπολογισμένη εκτόνωση πίεσης μπορεί να σχηματιστεί στο κοντέινερ αναφλέξιμο μείγμα, του οποίου η ταχεία ανάφλεξη καταστρέφει το κέλυφος και κάθε επένδυση. Ο παθητικός θερμικός διαχωρισμός και η αντιεκρηκτική προστασία πρέπει επομένως να εξετάζονται από κοινού.

Συζητήστε μαζί μας το έργο σας

Απάντηση εντός 24 ωρών, τις εργάσιμες ημέρες.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200

Διαβάστε online: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/retrofit-bestandsspeicher