


ΟΔΗΓΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ · 18 ΛΕΠΤ. · 23 ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ 2026

# Θερμικός διαχωρισμός στα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες: πυρίμαχα υλικά κατά της θερμικής διαφυγής

Πώς οι μελετητές και οι φορείς εκμετάλλευσης συστημάτων αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες (BESS) περιορίζουν τη θερμική διάδοση μεταξύ κυψέλης, δομοστοιχείου (module), ικριώματος (rack) και κοντέινερ — κανονιστικό πλαίσιο, επιλογή υλικών, τοποθέτηση, έλεγχος και συντήρηση από τη σκοπιά του κλάδου των πυρίμαχων.

## Τι συμβαίνει στη θερμική διαφυγή — και γιατί ο χρόνος είναι ο καθοριστικός παράγοντας

Μια θερμική διαφυγή (thermal runaway) ξεκινά σε μία μόνο κυψέλη: λόγω εσωτερικού βραχυκυκλώματος, μηχανικής βλάβης, υπερφόρτισης ή κατασκευαστικού ελαττώματος, η θερμοκρασία της κυψέλης ανεβαίνει τόσο, ώστε η αποσύνθεση του ηλεκτρολύτη να αυτοεπιταχύνεται. Μέσα σε δευτερόλεπτα αναπτύσσονται αρκετές εκατοντάδες βαθμοί Κελσίου, εύφλεκτα αέρια (υδρογόνο, μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες) και μια δέσμη (jet) θερμών σωματιδίων. Η ίδια η κυψέλη δεν μπορεί πλέον να σβηστεί σε αυτή την κατάσταση — η αντίδραση συνεχίζεται μέχρι να καταναλωθεί η αποθηκευμένη ενέργεια.

Επικίνδυνη για την εγκατάσταση δεν είναι η μία κυψέλη, αλλά η διάδοση (propagation): η θερμότητα της πρώτης κυψέλης θερμαίνει τις γειτονικές, μέχρι να ξεπεραστεί και εκεί το κατώφλι. Χωρίς θερμικό διαχωρισμό, η αλυσίδα διατρέχει το δομοστοιχείο, το rack και τελικά το κοντέινερ. Κάθε βαθμίδα που καθυστερεί τη μετάδοση κατά μερικά λεπτά δίνει στο σύστημα διαχείρισης μπαταρίας χρόνο για απενεργοποίηση, στην απαγωγή αερίων χρόνο για εξαερισμό και στην πυροσβεστική χρόνο για να φτάσει.

**Σημείωση:** Η βασική αποστολή των πυρίμαχων υλικών — Όχι κατάσβεση, αλλά διαχωρισμός: ένα θερμικό φράγμα ανάμεσα στα επίπεδα κρατά τη θερμοκρασία στην απέναντι πλευρά κάτω από το κατώφλι ανάφλεξης των γειτονικών κυψελών για τόσο χρόνο, ώστε η διάδοση να σταματήσει ή να επιβραδυνθεί σε ελέγξιμο βαθμό. Μέτρο είναι ο χρόνος έως τη διαπέραση της θερμοκρασίας — όχι μόνο η θερμοκρασία ταξινόμησης του υλικού.

- Επίπεδο κυψέλης: θερμοκρασίες στην επιφάνεια της κυψέλης πάνω από 600 °C, δέσμη σωματιδίων έως και πάνω από 1.000 °C
- Επίπεδο δομοστοιχείου: έκλυση αερίων αρκετών εκατοντάδων λίτρων ανά kWh, αύξηση της πίεσης στο περίβλημα
- Επίπεδο rack και κοντέινερ: προστίθεται το πυροθερμικό φορτίο από πλαστικά, καλώδια και ηλεκτρονικά
-

Χρονικό παράθυρο: διάδοση μεταξύ γειτονικών κυψελών χωρίς φράγμα τυπικά μέσα σε λεπτά, με αποτελεσματικό φράγμα σαφώς καθυστερημένη ή διακοπτόμενη

## Κανονιστικό πλαίσιο: τι απαιτείται και τι πρέπει να αποδειχθεί

Για τα σταθερά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας με μπαταρίες δεν υπάρχει στη Γερμανία ένας ενιαίος, εξαντλητικός νόμος — οι απαιτήσεις συντίθενται από πρότυπα προϊόντων, μεθόδους δοκιμής, οδηγίες των ασφαλιστικών εταιρειών και την οικοδομική νομοθεσία. Για την επιλογή υλικών στο κοντέινερ καθοριστικές είναι κυρίως οι μέθοδοι δοκιμής με τις οποίες αποδεικνύεται η ασφάλεια έναντι διάδοσης.

Το UL 9540A είναι η διεθνώς διαδεδομένη μέθοδος δοκιμής που εξετάζει σταδιακά τη διάδοση μιας θερμικής διαφυγής σε επίπεδο κυψέλης, δομοστοιχείου, μονάδας (unit) και εγκατάστασης. Πολλοί διαγωνισμοί και ασφαλιστικές εταιρείες απαιτούν σήμερα έκθεση UL 9540A· οι θερμοκρασίες και οι χρόνοι που τεκμηριώνονται εκεί είναι τα δεδομένα εισόδου για τη διαστασιολόγηση του θερμικού διαχωρισμού. Το NFPA 855 ρυθμίζει, ως πρότυπο εγκατάστασης, αποστάσεις, πυροδιαμερίσματα και τον σχεδιασμό κατάσβεσης και εξαερισμού. Στην Ευρώπη, το IEC 62933-5-2 περιγράφει τις απαιτήσεις ασφάλειας για ηλεκτροχημικά συστήματα αποθήκευσης στο δίκτυο. Η οδηγία VdS 3103 συνοψίζει τις προσδοκίες των γερμανικών ασφαλιστικών εταιρειών περιουσίας για τα συστήματα αποθήκευσης ιόντων λιθίου.

Για τα ίδια τα πυρίμαχα υλικά ισχύουν οι ταξινομήσεις κατά DIN EN 13501-1 (αντίδραση στη φωτιά, κλάση A1 για μη καύσιμα προϊόντα) και οι δοκιμές πυραντίστασης κατά DIN EN 1363 και DIN EN 1364. Για τα ινώδη υλικά προστίθεται η ασφάλεια εργασίας: οι αργιλοπυριτικές ίνες (ASW) υπόκεινται στον TRGS 558 (γερμανικός τεχνικός κανόνας για εργασίες με ίνες υψηλής θερμοκρασίας), ενώ οι βιοδιαλυτές ίνες πυριτικών αλκαλικών γαιών (AES) όχι — ένα σημείο που στα BESS σχεδόν πάντα κρίνει την επιλογή.

**Σημείωση:** Πρακτική υπόδειξη — Ζητήστε από τον προμηθευτή του συστήματος την έκθεση UL 9540A σε επίπεδο δομοστοιχείου και μονάδας, πριν συζητήσετε για υλικά. Οι επιφανειακές θερμοκρασίες που μετρήθηκαν εκεί και η διάρκεια του συμβάντος καθορίζουν ποια ικανότητα φράγματος χρειάζεστε — οτιδήποτε άλλο είναι διαστασιολόγηση στα τυφλά.

## Ο σχεδιασμός του θερμικού διαχωρισμού: τέσσερα επίπεδα, τέσσερις αποστολές

Ένας αποτελεσματικός θερμικός διαχωρισμός ακολουθεί τη δομή του συστήματος αποθήκευσης από μέσα προς τα έξω. Κάθε επίπεδο έχει τη δική του αποστολή, το δικό του θερμικό φορτίο και επομένως το δικό του κατάλληλο υλικό. Όποιος τοποθετεί το ίδιο υλικό σε όλα τα επίπεδα είτε πληρώνει υπερβολικά είτε προστατεύει ανεπαρκώς στο κρίσιμο σημείο.

- Κυψέλη–κυψέλη: λεπτές ενδιάμεσες στρώσεις 1 έως 3 mm, που καθυστερούν τη μετάδοση θερμότητας στη γειτονική κυψέλη — χαρτί κεραμικών ινών βιοδιαλυτής ποιότητας ή μικροπορώδη πολυστρωματικά φύλλα· καθοριστικά είναι το μικρό πάχος και η χαμηλή θερμική αγωγιμότητα σε υψηλή θερμοκρασία
- Δομοστοιχείο–δομοστοιχείο: πλάκες 5 έως 25 mm ανάμεσα στα δομοστοιχεία του rack — μικροπορώδεις πλάκες με την υψηλότερη μονωτική ικανότητα ανά χιλιοστό, όπου ο διαθέσιμος χώρος είναι περιορισμένος· πλάκες πυριτικού ασβεστίου, όπου απαιτείται επιπλέον αντοχή σε θλίψη
- Rack–rack και rack–τοίχωμα: διαχωριστικά τοιχώματα και επενδύσεις με πυραντίσταση — πλάκες πυριτικού ασβεστίου ή πλάκες ινών σε στρώσεις, με μετατοπισμένους αρμούς και συνδέσεις στεγανοποιημένες με κορδόνι ινών
- Εσωτερική επένδυση του κοντέινερ: επένδυση τοιχωμάτων και οροφής από βιοδιαλυτή κουβέρτα ή πλάκα ινών, που διατηρεί το χαλύβδινο κέλυφος κάτω από την κρίσιμη θερμοκρασία και εμποδίζει τη μετάδοση της φωτιάς σε γειτονικά κοντέινερ

Σε αυτά προστίθενται οι διελεύσεις: καλώδια, αγωγοί ψύξης, ζυγοί (busbars) και ανοίγματα αερισμού διαπερνούν κάθε επίπεδο. Ένα διαχωριστικό τοίχωμα είναι τόσο καλό όσο η πιο αδύναμη διέλευσή του — εδώ τα κορδόνια ινών, οι στεγανώσεις από χαρτί ινών και τα κολάρα πυροπροστασίας γίνονται μέρος του

σχεδιασμού και όχι παρελκόμενα.

## Επιλογή υλικών: βιοδιαλυτά, μικροπορώδη, χωρίς ίνες — και γιατί οι ίνες ASW σπάνια είναι η σωστή απάντηση στα συστήματα αποθήκευσης

Στον βιομηχανικό κλίβανο, το υλικό το καθορίζει η θερμοκρασία. Στα BESS προστίθενται τρεις απαιτήσεις που διαμορφώνουν εντονότερα την επιλογή: ο διαθέσιμος χώρος, η ασφάλεια εργασίας και ο κατάλογος υλικών (BOM) του πελάτη.

Οι βιοδιαλυτές ίνες AES (SOLUT BW Blanket, BW Board, BW Paper) εξαιρούνται, σύμφωνα με τη σημείωση Q του κανονισμού CLP, από την ταξινόμηση ως καρκινογόνες και δεν εμπίπτουν στον TRGS 558. Για τους κατασκευαστές συστημάτων αποθήκευσης αυτό σημαίνει: καμία κατηγορία έκθεσης κατά την τοποθέτηση, καμία υποχρέωση επισήμανσης στο προϊόν, καμία κοινοποίηση SVHC κατά το άρθρο 33 του REACH. Με θερμοκρασία ταξινόμησης 1.200 °C καλύπτουν τις θερμοκρασίες που εμφανίζονται σε τοιχώματα και οροφή κατά τη θερμική διαφυγή. Το ότι η θερμοκρασία συνεχούς χρήσης τους βρίσκεται κάτω από τη θερμοκρασία ταξινόμησης δεν παίζει εδώ ρόλο — η περίπτωση φόρτισης είναι ένα συμβάν λίγων λεπτών, όχι συνεχής λειτουργία.

Οι μικροπορώδεις πλάκες (SOLUT MP Board) προσφέρουν τη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα από όλα τα μονωτικά υλικά — περίπου 0,02 έως 0,03 W/mK στους 200 έως 400 °C — και επομένως τη μεγαλύτερη ικανότητα φράγματος ανά χιλιοστό. Είναι το υλικό επιλογής ανάμεσα στα δομοστοιχεία, όπου κάθε χιλιοστό χώρου κοστίζει ενεργειακή πυκνότητα. Είναι χωρίς ίνες, μη καύσιμες (A1) και διατίθενται με επικάλυψη από φύλλο αλουμινίου, υαλοΰφασμα ή μεμβράνη PE, ώστε να μη βγάζουν σκόνη κατά τον χειρισμό.

Οι πλάκες πυριτικού ασβεστίου (SOLUT CAL Board) τοποθετούνται εκεί όπου το φράγμα πρέπει να φέρει φορτία: κάτω από racks, ως διαχωριστικό τοίχωμα με στερεώσεις, ως υπόστρωμα για εξαρτήματα. Αντοχή σε θλίψη 13 έως 27 N/mm² με θερμοκρασία ταξινόμησης 1.000 °C, χωρίς ίνες και κατεργάσιμες με εργαλεία ξυλουργικής.

**Σημείωση:** Γιατί όχι ASW; — Οι αργιλοπυριτικές ίνες αντέχουν μεν 1.260 έως 1.430 °C, αλλά είναι ταξινομημένες ως καρκινογόνο κατηγορίας 1B. Σε ένα προϊόν που οι κατασκευαστές παραδίδουν σε πολλές χώρες και που το ανοίγουν τεχνικοί σέρβις, αυτό συνεπάγεται υποχρεώσεις επισήμανσης, ενημέρωσης και ασφάλειας εργασίας, τις οποίες σχεδόν κανένας κατασκευαστής συστημάτων αποθήκευσης δεν θέλει να αναλάβει. Το θερμοκρασιακό περιθώριο των ASW δεν χρειάζεται στο σύστημα αποθήκευσης — η βιοδιαλυτή εναλλακτική επαρκεί για την περίπτωση φόρτισης.

- Ενδιάμεσες στρώσεις κυψελών: SOLUT BW Paper 1–3 mm ή μικροπορώδες πολυστρωματικό φύλλο
- Διαχωρισμός δομοστοιχείων: SOLUT MP Board 5–25 mm, με επικάλυψη
- Φέροντα διαχωριστικά τοιχώματα και υποστρώματα: SOLUT CAL Board 12,7–50 mm
- Επένδυση τοιχωμάτων και οροφής του κοντέινερ: SOLUT BW Blanket 25–50 mm ή BW Board
- Διελεύσεις και αρμοί: κορδόνι ινών και BW Paper, στα πυροδιαμερίσματα σε συνδυασμό με εγκεκριμένα συστήματα πυροφραγμού διελεύσεων

## Σύγκριση υλικών: τα τέσσερα υλικά φράγματος με μια ματιά

Η ακόλουθη επισκόπηση αντιπαραβάλλει τα τέσσερα σημαντικότερα υλικά φράγματος — με τις χαρακτηριστικές τιμές που πραγματικά κρίνουν στο σύστημα αποθήκευσης: θερμική αγωγιμότητα σε περίπτωση συμβάντος, απαίτηση χώρου, αντοχή σε μηχανική καταπόνηση και κανονιστικό καθεστώς.

**Σημείωση:** Εμπειρικός κανόνας — Όπου ο διαθέσιμος χώρος είναι το πιο περιορισμένο μέγεθος: μικροπορώδες υλικό. Όπου υπάρχουν φορτία ή βιδώσεις: πυριτικό ασβέστιο. Όπου επενδύονται επιφάνειες: βιοδιαλυτές ίνες. Όπου πρέπει να είναι λεπτό: χαρτί ινών. ASW μόνο όταν η μόνωση λειτουργεί μόνιμα πάνω από το εύρος των AES (περίπου 1.200 °C) — στα συστήματα αποθήκευσης πρακτικά ποτέ.

## Τοποθέτηση και έλεγχος: πού αστοχεί το φράγμα στην πράξη

Η καλύτερη επιλογή υλικού δεν ωφελεί αν το φράγμα έχει κενά. Από τις τοποθετήσεις μας γνωρίζουμε τέσσερα επαναλαμβανόμενα αδύνατα σημεία: ανοιχτοί αρμοί επαφής μεταξύ πλακών, μη στεγανοποιημένες διελεύσεις, χαλύβδινες στερεώσεις που διαπερνούν τη μόνωση ως θερμογέφυρα, και μονωτικές στρώσεις που συμπιέζονται κατά τη συναρμολόγηση και χάνουν έτσι το πάχος και τη μονωτική τους ικανότητα.

- Μετατοπίστε τους αρμούς των πλακών σε δύο στρώσεις ή εκτελέστε τους με σύνδεση αρσενικό-θηλυκό· στους μονόστρωτους αρμούς επαφής τοποθετήστε από πίσω κορδόνι ινών
- Σχεδιάστε κάθε διέλευση ως ξεχωριστή λεπτομέρεια: κορδόνι, χαρτί ή κολάρο, με μήκος στεγάνωσης τουλάχιστον ίσο με το πάχος της πλάκας
- Διαχωρίστε θερμικά τις στερεώσεις — αγκύρια από κεραμικό ή ανοξείδωτο χάλυβα με υπόστρωμα, αντί για διαμπερείς χαλύβδινες βίδες
- Ελέγξτε το πάχος της μόνωσης στην τοποθετημένη κατάσταση, όχι στην κατάσταση παράδοσης· τεκμηριώστε τη σύσφιξη και τη συμπίεση
- Αξιολογήστε τις επικαλύψεις και τις μεμβράνες στην πλευρά που βλέπει προς το συμβάν: προστατεύουν κατά τον χειρισμό, αλλά δεν συνεισφέρουν σε περίπτωση πυρκαγιάς

Η απόδειξη γίνεται σε δύο στάδια: οι χαρακτηριστικές τιμές των υλικών προέρχονται από τα φύλλα τεχνικών δεδομένων (TDS) και τις ταξινομήσεις αντίδρασης στη φωτιά, ενώ η ικανότητα φράγματος του συστήματος από μια δοκιμή διάδοσης (propagation test) σε επίπεδο δομοστοιχείου ή μονάδας — κατά προτίμηση κατά UL 9540A, επειδή τότε τα αποτελέσματα αξιοποιούνται και από ασφαλιστικές εταιρείες και αδειοδοτούσες αρχές. Εμείς παρέχουμε τα δεδομένα των υλικών και συνοδεύουμε την κατασκευή των δοκιμίων, ώστε το σύστημα που δοκιμάζεται να αντιστοιχεί σε αυτό που θα τοποθετηθεί αργότερα.

## Λίστα ελέγχου σχεδιασμού: τι πρέπει να έχει ξεκαθαριστεί πριν από τον διαγωνισμό και την προσφορά

Οι περισσότερες καθυστερήσεις στα έργα αποθήκευσης δεν προκύπτουν κατά την τοποθέτηση, αλλά πριν από αυτήν — επειδή λείπουν βασικά στοιχεία τη στιγμή που πρέπει να συγκριθούν προσφορές. Αυτά τα δώδεκα σημεία πρέπει να έχουν ξεκαθαριστεί πριν φύγει το πρώτο αίτημα προσφοράς:

- Υπάρχουν εκθέσεις UL 9540A του προμηθευτή κυψελών/δομοστοιχείων σε επίπεδο δομοστοιχείου και μονάδας; Ποιες θερμοκρασίες και ποιοι χρόνοι μετρήθηκαν;
- Έχει οριστεί ο στόχος προστασίας: αποτροπή της διάδοσης κυψέλη–κυψέλη, καθυστέρηση δομοστοιχείο–δομοστοιχείο ή μόνο διαχωρισμός κοντέινερ–κοντέινερ;
- Έχει καθοριστεί ο διαθέσιμος χώρος ανά επίπεδο (mm μεταξύ κυψελών, δομοστοιχείων, racks);
- Έχουν ζητηθεί οι απαιτήσεις της ασφαλιστικής εταιρείας (VdS 3103, ενδεχομένως δικοί της όροι);
- Απαιτείται αντίδραση στη φωτιά των υλικών κλάσης A1 κατά DIN EN 13501-1;
- Απαιτείται κατάλογος υλικών χωρίς ίνες — ή επιτρέπονται βιοδιαλυτές ίνες (σημείωση Q);
- Έχουν καταμετρηθεί οι διελεύσεις και έχει οριστεί λεπτομέρεια στεγάνωσης ανά τύπο (καλώδιο, αγωγός ψύξης, ζυγός, αερισμός);
- Έχει σχεδιαστεί η στερέωση χωρίς διαμπερείς θερμογέφυρες;
- Έχει υπολογιστεί η συμπίεση των μονωτικών στρώσεων κατά τη συναρμολόγηση — ποιο είναι το πάχος στην τοποθετημένη κατάσταση;
- Έχουν προβλεφθεί δοκίμια για τη δοκιμή διάδοσης (υλικό, ημερομηνία, εργαστήριο δοκιμών);
- Παραγωγή σειράς: κοπή ως σετ (kit) ή ως μεμονωμένα τεμάχια; Έχουν οριστεί οι ανοχές;
- Σχέδιο αποξήλωσης και ανταλλακτικών: πώς αποκαθίσταται ένα φράγμα μετά από επέμβαση συντήρησης;

**Σημείωση:** Η πρότασή μας προς τους μελετητές — Στείλτε μας τα δεδομένα UL 9540A και τον διαθέσιμο χώρο

— εμείς προτείνουμε τη διαστρωμάτωση ανά επίπεδο, παρέχουμε τις χαρακτηριστικές τιμές των υλικών για την τεκμηρίωση ασφάλειας και κατασκευάζουμε, εφόσον το επιθυμείτε, δοκίμια και σετ σειράς.

## Λειτουργία, συντήρηση και αποξήλωση

Ένα θερμικό φράγμα δεν εργάζεται στην κανονική λειτουργία — περιμένει. Ακριβώς γι' αυτό παθαίνει εύκολα ζημιά στη συντήρηση και στις μετασκευές: πλάκες αφαιρούνται για πρόσβαση και επανατοποθετούνται ελλιπώς, στεγανώσεις σε διελεύσεις χάνονται κατά την αλλαγή καλωδίων, μονωτικές στρώσεις συμπιέζονται από εξαρτήματα που προστίθενται εκ των υστέρων. Στα έγγραφα συντήρησης πρέπει επομένως να περιλαμβάνεται ένα σχέδιο θερμικού διαχωρισμού, που κατονομάζει κάθε φράγμα, κάθε διέλευση και κάθε στεγάνωση.

- Μετά από κάθε επέμβαση: οπτικός έλεγχος του σχετικού φράγματος με βάση το σχέδιο θερμικού διαχωρισμού, φωτογραφία στον φάκελο
- Ετησίως: δειγματοληπτικός έλεγχος των στεγανώσεων των διελεύσεων και της συμπίεσης των μονωτικών στρώσεων
- Μετά από θερμικό συμβάν: πλήρης αντικατάσταση των φραγμάτων που επηρεάστηκαν — ακόμη και οι βιοδιαλυτές ίνες και οι μικροπορώδεις πλάκες χάνουν τις ιδιότητές τους μετά από διαπέραση θερμοκρασίας
- Κατά την αφαίρεση: διαχωρισμός των υλικών σύμφωνα με την επισήμανση — τα βιοδιαλυτά υλικά και τα υλικά χωρίς ίνες δεν είναι επικίνδυνα απόβλητα, ενώ τα παλαιά υλικά ASW εμπίπτουν στον κωδικό αποβλήτου 170603*

**Σημείωση:** Από έναν συνεργάτη — Παραδίδουμε τα υλικά με φύλλα τεχνικών δεδομένων σε δεκατρείς γλώσσες, κόβουμε πλάκες και κουβέρτες βάσει σχεδίου, τοποθετούμε με δικούς μας τεχνίτες και αναλαμβάνουμε, σε μετασκευή ή οριστική παύση λειτουργίας, την αποξήλωση μαζί με το αποδεικτικό διάθεσης. Για κατασκευαστές που παράγουν συστήματα αποθήκευσης σε σειρά, προκατασκευάζουμε σετ θερμικού διαχωρισμού.

## Πρότυπα και κανονισμοί

**UL 9540A**
Μέθοδος δοκιμής για την αξιολόγηση της διάδοσης της θερμικής διαφυγής σε επίπεδο κυψέλης, δομοστοιχείου, μονάδας και εγκατάστασης (Παρέχει θερμοκρασίες και χρόνους για τη διαστασιολόγηση των φραγμάτων· απαιτείται όλο και συχνότερα από ασφαλιστικές εταιρείες και σε διαγωνισμούς)

**NFPA 855**
Πρότυπο εγκατάστασης για σταθερά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας — αποστάσεις, πυροδιαμερίσματα, σχεδιασμός κατάσβεσης και εξαερισμού (Πλαίσιο για τη διάταξη διαχωριστικών τοιχωμάτων και αποστάσεων μεταξύ μονάδων)

**IEC 62933-5-2**
Απαιτήσεις ασφάλειας για ηλεκτροχημικά συστήματα αποθήκευσης ενέργειας συνδεδεμένα στο δίκτυο (Ευρωπαϊκή βάση για την τεκμηρίωση ασφάλειας του συνολικού συστήματος)

**VdS 3103**
Οδηγία των γερμανικών ασφαλιστικών εταιρειών περιουσίας για μπαταρίες και συστήματα αποθήκευσης ιόντων λιθίου (Προσδοκίες των ασφαλιστικών εταιρειών για την εγκατάσταση, τον θερμικό διαχωρισμό και την πυροπροστασία)

**DIN EN 13501-1**
Ταξινόμηση της αντίδρασης στη φωτιά των δομικών προϊόντων (κλάση A1: μη καύσιμα) (Απόδειξη της μη καυστότητας των μονωτικών και διαχωριστικών υλικών που χρησιμοποιούνται)

**DIN EN 1363-1 / EN 1364**
Δοκιμές πυραντίστασης γενικά και για μη φέροντα δομικά στοιχεία (Απόδειξη της πυραντίστασης διαχωριστικών τοιχωμάτων και επενδύσεων)

**TRGS 558**
Εργασίες με ίνες υψηλής θερμοκρασίας (HTW) — κατηγορίες έκθεσης και μέτρα προστασίας (Ισχύει για τις ASW, όχι

για τις βιοδιαλυτές ίνες AES· καθοριστικό για την επιλογή υλικών)

**Κανονισμός CLP, σημείωση Q**
Εξαίρεση των βιοδιαλυτών ορυκτοβαμβάκων από την ταξινόμηση ως καρκινογόνων (Βάση για ινώδη υλικά χωρίς υποχρέωση επισήμανσης στα συστήματα αποθήκευσης)

## Συχνές ερωτήσεις

### Επαρκούν οι βιοδιαλυτές ίνες των 1.200 °C, όταν στη θερμική διαφυγή εμφανίζονται πάνω από 1.000 °C;

Για αυτή την περίπτωση φόρτισης, ναι: η θερμοκρασία ταξινόμησης περιγράφει τη συρρίκνωση μετά από 24 ώρες συνεχούς καταπόνησης. Μια θερμική διαφυγή είναι ένα συμβάν λίγων λεπτών, στο οποίο το φράγμα πρέπει να καθυστερήσει τη θερμότητα, όχι να την αντέχει μόνιμα. Καθοριστικά είναι το πάχος και η θερμική αγωγιμότητα — και η απόδειξη στο σύστημα που δοκιμάστηκε.

### Γιατί μικροπορώδες υλικό και όχι απλώς παχύτερη κουβέρτα ινών;

Επειδή ο διαθέσιμος χώρος στο σύστημα αποθήκευσης είναι ενεργειακή πυκνότητα. Μια μικροπορώδης πλάκα πετυχαίνει με 10 mm αυτό για το οποίο η κουβέρτα ινών χρειάζεται διπλάσιο έως τριπλάσιο πάχος. Ανάμεσα στα δομοστοιχεία, αυτή είναι η διαφορά ανάμεσα σε ένα rack περισσότερο ή λιγότερο στο κοντέινερ.

### Πρέπει τα ίδια τα υλικά να διαθέτουν έγκριση;

Τα υλικά χρειάζονται ταξινομήσεις (αντίδραση στη φωτιά A1, τιμές φύλλου τεχνικών δεδομένων). Η έγκριση αφορά το σύστημα: η ασφάλεια έναντι διάδοσης ελέγχεται στο δομοστοιχείο ή στη μονάδα, όχι μόνο στο υλικό. Εμείς παρέχουμε τα δεδομένα των υλικών για αυτή την απόδειξη.

### Τι γίνεται με τον θερμικό διαχωρισμό μετά από ένα συμβάν;

Τα φράγματα που επηρεάστηκαν αντικαθίστανται πλήρως. Τα μονωτικά υλικά που υπέστησαν διαπέραση θερμοκρασίας έχουν γίνει ψαθυρά ή έχουν συμπυκνωθεί και δεν επιτυγχάνουν πλέον τις χαρακτηριστικές τιμές τους — ακόμη κι αν εξωτερικά φαίνονται άθικτα.

**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/thermische-abschottung-batteriespeicher