



PORADNIK MAGAZYNY ENERGII · 8 MIN

Zdarzenia pożarowe w magazynach energii: co pokazuje statystyka szkód

Wskaźnik awaryjności magazynów wielkoskalowych drastycznie spadł od 2018 roku, jednak analiza przyczyn przesuwają spojrzenie z dala od ogniwa. Analiza opracowuje publicznie udokumentowane bazy danych i zdarzenia oraz wyprowadza wnioski dla bariery termicznej.

Stan danych: niewiele źródeł, wyraźne trendy

Kto mówi o zdarzeniach pożarowych w magazynach energii, pracuje na wąskiej bazie danych. W Europie nie ma ani obowiązku zgłaszania, ani publicznej bazy danych o szkodach dla magazynów stacjonarnych. Najważniejszym publicznie dostępnym zbiorem jest BESS Failure Incident Database amerykańskiego Electric Power Research Institute (EPRI), rozpoczęta w 2021 roku po nagromadzeniu zdarzeń w Korei Południowej i incydencie w Arizonie. Rejestruje ona awarie magazynów w skali sieciowej i komercyjnej na całym świecie.

Ten stan danych ma ograniczenia, o których należy pamiętać przy każdym stwierdzeniu. Rejestrowane jest to, co staje się publicznie znane. Mniejsze zdarzenia bez interwencji straży pożarnej, zdarzenia potencjalnie wypadkowe i szkody bez skutku pożarowego nie pojawiają się w żadnej statystyce. Dla Niemiec wiarygodne dane istnieją dotychczas wyłącznie dla segmentu magazynów domowych.

Wskazówka: Czego statystyka nie odwzorowuje — Istniejące bazy danych zliczają zdarzenia, a nie ryzyka. Nie mówią nic o tym, ile instalacji pracowało w tym samym okresie bezawaryjnie. Wnioski o prawdopodobieństwie wystąpienia da się z nich wyprowadzić tylko w ograniczonym zakresie.

Wskaźnik awaryjności w czasie: wyraźny spadek

Najważniejszym wnioskiem z bazy danych EPRI jest spadek. W latach 2018–2023 wskaźnik awaryjności magazynów w skali sieciowej spadł o 97 procent, a zaktualizowana analiza podaje dla lat 2018–2025 spadek o 99 procent. Za przyczynę uchodzi to, że wnioski z wczesnych przypadków szkód znalazły odzwierciedlenie w nowych rozwiązaniach projektowych i w praktyce.

Dla segmentu magazynów domowych w Niemczech dostępne jest opublikowane pod koniec 2024 roku badanie RWTH Aachen. Określa ono prawdopodobieństwo pożaru fotowoltaicznych magazynów domowych na 0,0049 procent rocznie. Dla porównania to samo badanie podaje instalacje fotowoltaiczne z wynikiem 0,0014 procent, suszarki do bielizny 0,0037 procent, pojazdy elektryczne 0,024 procent i pojazdy z silnikiem spalinowym 0,089 procent. Dane o pożarach magazynów domowych zebrano dla roku 2023 poprzez analizę publicznie dostępnych doniesień, ponieważ inne dane nie były dostępne.

•

Spadek wskaźnika awaryjności magazynów wielkoskalowych w latach 2018–2023: 97 procent (EPRI)

- Spadek w latach 2018–2025 w zaktualizowanej analizie: 99 procent (EPRI)
- Prawdopodobieństwo pożaru fotowoltaicznych magazynów domowych w Niemczech: 0,0049 procent rocznie, rok odniesienia 2023 (RWTH Aachen, 2024)
- Dla porównania w tym samym badaniu: suszarki do bielizny 0,0037 procent, pojazdy elektryczne 0,024 procent rocznie

Liczyby te nie są argumentem przeciwko ochronie przeciwpożarowej, lecz argumentem za właściwym zachowaniem proporcji. Prawdopodobieństwo wystąpienia spada, wysokość szkody na jedno zdarzenie rośnie jednak wraz z zainstalowaną ilością energii na lokalizację. Właśnie ta kombinacja, rzadkie zdarzenie o wysokim potencjale szkody, jest klasycznym przypadkiem zastosowania biernych środków ochrony.

Analiza przyczyn: rzadko chodzi o ogniwo

Bardziej pouczająca niż liczba zdarzeń jest ich przyczyna. Opublikowana w 2024 roku biała księga, opracowana przez EPRI wspólnie z Pacific Northwest National Laboratory i dostawcą rozwiązań analitycznych, systematycznie przeanalizowała bazę danych. Spośród 81 zarejestrowanych zdarzeń w 26 przypadkach dostępne były wystarczające informacje do ustalenia przyczyny źródłowej.

Wynik przeczy rozpowszechnionym oczekiwaniom. W 89 procentach przeanalizowanych awarii przyczyna leżała w układzie sterowania, a więc w systemie zarządzania baterią lub energią, albo w peryferiach, a więc we wszystkim poza ogniwami i sterowaniem. W 86 procentach przypadków przyczyną źródłową nie była wada produkcyjna baterii, lecz wadliwy montaż, błędne zaprojektowanie lub błąd obsługi. Tylko około 11 procent awarii dało się sprowadzić do wad ogniwa lub modułu.

Wskazówka: Praktyczna konsekwencja rozkładu przyczyn — Jeżeli przeważająca liczba zdarzeń wynika z projektowania, montażu i eksploatacji, to nie da się im zapobiec samą jakością ogniw. Koncepcje ochrony oparte w całości na założeniu bezbłędneho wykonania sięgają zbyt płytko. Koncepcja ochrony musi utrzymać się także wtedy, gdy błąd wykonawczy pozostał niewykryty.

Przebieg zdarzenia: długi czas akcji, duże ilości wody

To, co zdarzenie oznacza dla operatora i straży pożarnej, ujawnia się mniej w częstotliwości, a bardziej w przebiegu. Charakterystyczne dla niekontrolowanego wzrostu temperatury (thermal runaway) są utrzymujące się wydzielanie ciepła, ryzyko ponownego zapłonu oraz szybkie uwalnianie dużych ilości trujących i zapalnych gazów. Gaszenie w klasycznym rozumieniu nie jest możliwe; taktyka działań sprowadza się do trwałego chłodzenia i długiej obserwacji po akcji.

Dla jednego udokumentowanego pożaru magazynu europejskie stowarzyszenie ochrony przeciwpożarowej CFP Europe podaje czas akcji wynoszący dwanaście godzin, przy którym zużyto blisko 1.400.000 litrów wody i 400 kilogramów proszku gaśniczego. W Niemczech w lipcu 2026 roku publicznie udokumentowano pożar instalacji magazynowej w Saksonii, składającej się z czterech kontenerów magazynów bateryjnych o mocy około 1,5 megawata, przeznaczonych do wspierania miejscowej stabilności sieci. Operator i producent nie są tu świadomie wymieniani; dla wniosków liczy się przebieg, a nie przypisanie.

Doświadczenia te zmieniły praktykę projektową. EPRI opisuje przesunięcie w projektowaniu instalacji od 2018 roku w stronę mniejszych, zmodularyzowanych szaf z niewielką liczbą szaf bateryjnych, dostępnych od zewnątrz. Służby ratownicze nie muszą wtedy wchodzić do kontenera, a forma budowlana ogranicza zarazem szkodę. Cena: powstaje więcej powierzchni oddzielających, które muszą działać jako bariera.

Co z tego wynika dla bariery termicznej

Po pierwsze z rozkładu przyczyn wynika, że bierna bariera jest jedynym elementem ochrony działającym niezależnie od przyczyny błędu. To, czy zdarzenie powstaje z błędu oprogramowania w systemie zarządzania energią, źle wykonanego połączenia śrubowego czy błędu obsługi, nie zmienia niczego w zadaniu powierzchni oddzielającej dwa bloki ogniw. Przy 89 procentach udziału przyczyn poza ogniwem jest to statystycznie najbardziej prawdopodobna sytuacja projektowa.

Po drugie z przebiegu zdarzenia wynika wymaganie dotyczące czasu działania. Akcja trwająca ponad dwanaście godzin, polegająca przede wszystkim na chłodzeniu, oznacza: bariera musi działać przez godziny, a nie przez minuty, pozostając przy tym przemoczona i poddana zmiennym obciążeniom termicznym. Wartości z badań krótkotrwałych tego nie odwzorowują. Proszę zwracać uwagę, jaki czas oddziaływania leży u podstaw dokumentu potwierdzającego dla Państwa bariery.

Po trzecie z przesunięcia w stronę form zmodularyzowanych wynika wzrost liczby styków. Więcej szaf oznacza więcej spoin, więcej przepustów dla przewodów i mediów chłodzących oraz więcej przejść między elementami budowlanymi. Przepusty ogniochronne zawodzą z doświadczenia rzadko na powierzchni, lecz właśnie w tych miejscach.

Po czwarte z wysokiego udziału przyczyn związanych z montażem i eksploatacją wynika wymaganie dotyczące możliwości przesłedzenia. Bariera, której wykonanie nie zostało udokumentowane i której stanu nie da się skontrolować, dzieli dokładnie to ryzyko, które wykazuje statystyka. Proszę utrwalić wykonanie w protokole odbioru i już na etapie planowania określić dostępność na potrzeby badań okresowych.

Wskazówka: Główny wniosek z bilansu szkód — Prawdopodobieństwo zdarzenia wyraźnie spadło, przyczyny leżą w przeważającej mierze poza ogniwem, a przebieg zdarzenia jest długotrwały. Bierna bariera termiczna jest skrojona dokładnie na ten profil: działa niezależnie od przyczyny błędu, nie potrzebuje zasilania i działa przez cały czas trwania akcji.

Często zadawane pytania

Jak silnie spadł wskaźnik awaryjności wielkoskalowych magazynów energii?

Według analizy BESS Failure Incident Database prowadzonej przez EPRI wskaźnik awaryjności magazynów w skali sieciowej spadł w latach 2018–2023 o 97 procent; zaktualizowana analiza podaje dla lat 2018–2025 spadek o 99 procent. Za przyczynę uchodzi to, że wnioski z wczesnych przypadków szkód znalazły odzwierciedlenie w nowych rozwiązaniach projektowych.

Czy wady ogniw są główną przyczyną pożarów w magazynach energii?

Nie. W opublikowanej w 2024 roku białej księdze EPRI, Pacific Northwest National Laboratory i dostawcy rozwiązań analitycznych przyczyna 89 procent możliwych do przeanalizowania awarii leżała w układzie sterowania lub w peryferiach. W 86 procentach przypadków przyczyną źródłową był wadliwy montaż, błędne zaprojektowanie lub błąd obsługi. Tylko około 11 procent awarii dało się sprowadzić do wad ogniwa lub modułu.

Jak długo trwa akcja straży pożarnej przy pożarze magazynu energii?

Dla jednego udokumentowanego pożaru magazynu europejskie stowarzyszenie ochrony przeciwpożarowej CFP Europe podaje dwanaście godzin akcji przy zużyciu blisko 1.400.000 litrów wody i 400 kilogramów proszku gaśniczego. Charakterystyczne są utrzymujące się wydzielanie ciepła, ryzyko ponownego zapłonu oraz uwalnianie trujących i zapalnych gazów, dlatego taktyka sprowadza się do trwałego chłodzenia i długiej obserwacji po akcji.

Porozmawiajmy o Państwa projekcie

Odpowiedź w ciągu 24 godzin w dni robocze.

info@sbs-rs.de**+49 89 541 960 209**Czytaj online: **www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/schadensbilanz-bess-brandereignisse**