

REHBER BATARYA DEPOLAMA · 8 DK. · 24 AĞUSTOS 2026

Batarya enerji depolama sistemlerinde yangın olayları: Hasar istatistikleri ne gösteriyor

Büyük ölçekli depolama sistemlerinin arıza oranı 2018'den bu yana büyük ölçüde düştü; ancak kök neden analizi dikkati hücreden uzaklaştırıyor. Bu analiz, kamuya açık veri tabanlarını ve belgelenmiş olayları değerlendiriyor ve ısıl bölmeleme açısından sonuçlarını ortaya koyuyor.

Veri durumu: az kaynak, net eğilimler

Batarya depolama sistemlerindeki yangın olaylarından söz eden herkes dar bir veri tabanıyla çalışır. Avrupa'da sabit depolama sistemleri için ne bildirim zorunluluğu ne de kamuya açık bir hasar veri tabanı bulunuyor. Kamuya açık en önemli derleme, ABD'deki Electric Power Research Institute'un (EPRI) BESS Failure Incident Database'idir; bu veri tabanı Güney Kore'de olayların artması ve Arizona'daki bir olayın ardından 2021'de oluşturuldu. Dünya genelinde şebeke ölçeğindeki ve ticari ölçekteki depolama sistemlerinde meydana gelen arızaları kaydeder.

Bu veri durumunun, her değerlendirmede göz önünde bulundurmanız gereken sınırları vardır. Kaydedilen, kamuoyunun bilgisine ulaşan olaylardır. İtfaiye müdahalesi gerektirmeyen küçük olaylar, ramak kala olaylar ve yangınla sonuçlanmayan hasarlar hiçbir istatistikte yer almaz. Almanya için güvenilir rakamlar şimdiye kadar yalnızca konut tipi depolama segmentinde mevcuttur.

Not: İstatistiğin göstermedikleri — Mevcut veri tabanları riskleri değil, olayları sayar. Aynı dönemde kaç tesisin arızasız çalıştığı hakkında bir şey söylemezler. Bu nedenle bunlardan gerçekleşme olasılığına ilişkin sonuçlar ancak sınırlı ölçüde çıkarılabilir.

Zaman içinde arıza oranı: belirgin bir düşüş

EPRI veri tabanının en önemli bulgusu bir düşüştür. 2018 ile 2023 arasında şebeke ölçeğindeki depolama sistemlerinde arıza oranı %97 azaldı; güncellenmiş değerlendirme 2018–2025 dönemi için %99'luk bir düşüşten söz ediyor. Bunun nedeni olarak ilk hasar vakalarından edinilen bilgilerin yeni tasarımlara ve uygulamaya yansıtılması gösteriliyor.

Almanya'daki konut tipi depolama alanı için RWTH Aachen'in 2024 sonunda yayımlanan bir çalışması mevcuttur. Çalışma, fotovoltaik konut tipi depolama sistemlerinin yangın olasılığını yılda %0,0049 olarak belirliyor. Karşılaştırma için aynı çalışma fotovoltaik sistemler için %0,0014, çamaşır kurutma makineleri için %0,0037, elektrikli araçlar için %0,024 ve içten yanmalı motorlu araçlar için %0,089 değerlerini veriyor. Konut tipi depolama yangınlarına ilişkin veriler, başka veri bulunmadığından 2023 yılı için kamuya açık haberlerin

değerlendirilmesiyle toplandı.

- Büyük ölçekli depolama sistemlerinde arıza oranındaki düşüş, 2018–2023: %97 (EPRI)
- Güncellenmiş değerlendirmede 2018–2025 düşüşü: %99 (EPRI)
- Almanya'da PV konut tipi depolama sistemlerinin yangın olasılığı: yılda %0,0049, referans yılı 2023 (RWTH Aachen, 2024)
- Aynı çalışmada karşılaştırma: çamaşır kurutma makineleri yılda %0,0037, elektrikli araçlar yılda %0,024

Bu rakamlar yangından korunmaya karşı bir argüman değil, doğru oranlamanın gerekçesidir. Gerçekleşme olasılığı düşüyor, ancak olay başına hasar tutarı, her sahada kurulu enerji miktarıyla birlikte artıyor. Tam da bu kombinasyon, yani nadir görülen ama yüksek hasar potansiyeli taşıyan olay, pasif koruma önlemlerinin klasik uygulama alanıdır.

Kök neden analizi: sorun nadiren hücrededir

Olayların sayısından daha öğretici olan, nedenleridir. EPRI'nin Pacific Northwest National Laboratory ve bir analitik firmasıyla birlikte hazırladığı ve 2024'te yayımlanan bir teknik inceleme (white paper), veri tabanını sistematik olarak değerlendirdi. Kaydedilen 81 olayın 26'sında kök neden için yeterli bilgi bulunuyordu.

Sonuç yaygın beklentiyle çelişiyor. Değerlendirilen arızaların %89'unda neden kontrol sisteminde, yani batarya veya enerji yönetim sisteminde, ya da çevre birimlerde, yani hücreler ve kontrol sistemi dışındaki her şeyde yatıyordu. Vakaların %86'sında kök neden bataryanın bir üretim hatası değil, kusurlu montaj, hatalı tasarım veya kullanım hatasıydı. Yalnızca yaklaşık %11'i hücre veya modüldeki kusurlara dayandırılabildi.

Not: Neden dağılımının pratik sonucu — Olayların büyük çoğunluğu tasarım, montaj ve işletmeden kaynaklanıyorsa, bunlar yalnızca hücre kalitesiyle önlenemez. Tamamen hatasız uygulama varsayımına dayanan koruma konseptleri yetersiz kalır. Bir koruma konsepti, bir uygulama hatası fark edilmemiş olsa bile işlevini sürdürmelidir.

Olayın seyri: uzun müdahale süreleri, büyük su miktarları

Bir olayın işletmeci ve itfaiye için ne anlama geldiği, sıklığından çok seyrinde görülür. Termal kaçağın (thermal runaway) karakteristik özellikleri; süregelen ısı üretimi, yeniden tutuşma tehlikesi ve büyük miktarda zehirli ve tutuşabilir gazın hızla açığa çıkmasıdır. Klasik anlamda söndürme mümkün değildir; müdahale taktiği sürekli soğutma ve uzun süreli gözleme dayanır.

Avrupa yangından korunma birliği CFPA Europe, belgelenmiş bir depolama yangınında on iki saat süren ve yaklaşık 1.400.000 litre su ile 400 kilogram söndürme tozu kullanılan bir müdahaleden söz ediyor. Almanya'da Temmuz 2026'da Saksonya'daki bir depolama tesisinde çıkan yangın kamuoyuna yansıdı; tesis, yerel şebeke istikrarını desteklemek üzere tasarlanmış, toplam yaklaşık 1,5 megavat güce sahip dört batarya depolama konteynerinden oluşuyordu. İşletmeci ve üretici burada bilinçli olarak belirtilmiyor; çıkarımlar için önemli olan olayın kime ait olduğu değil, seyridir.

Bu deneyimler tasarım pratiğini değiştirdi. EPRI, 2018'den bu yana tesis tasarımında, dışarıdan erişilebilen ve az sayıda batarya rafı içeren daha küçük, modüler dolaplara doğru bir kayma olduğunu belirtiyor. Böylece müdahale ekiplerinin konteynere girmesi gerekmiyor ve yapı biçimi aynı zamanda hasarı sınırlıyor. Bunun bedeli: Bariyer işlevi görmesi gereken ayırma yüzeylerinin sayısı artıyor.

Bunun ısıl bölmeleme açısından sonuçları

Birincisi, neden dağılımından, pasif bir bariyerin arıza nedeninden bağımsız olarak etki eden tek koruma bileşeni olduğu sonucu çıkar. Bir olayın enerji yönetimindeki bir yazılım hatasından, kötü yapılmış bir cıvata bağlantısından veya bir kullanım hatasından kaynaklanması, iki hücre bloğu arasındaki ayırma yüzeyinin görevini değiştirmez. Nedenlerin %89'unun hücre dışında yer aldığı düşünüldüğünde, bu istatistiksel olarak en olası tasarım durumudur.

İkincisi, olayın seyrinden dayanım süresine ilişkin bir gereklilik doğar. Ağırlıklı olarak soğutmadan oluşan on iki saati aşkın bir müdahale şu anlama gelir: Bariyer dakikalarca değil saatlerce etkili olmalı ve bu sırada ıslanmış ve sıcaklık değişimlerine maruz kalmış olsa da işlevini korumalıdır. Kısa süreli testlerden elde edilen değerler bunu yansıtmaz. Bariyerinizin ispatının hangi etki süresine dayandığına dikkat edin.

Üçüncüsü, modüler yapı biçimlerine geçiş, ara yüzlerin sayısını artırır. Daha fazla dolap; daha fazla derz, kablolar ve soğutma ortamları için daha fazla geçiş ve bileşenler arasında daha fazla bağlantı noktası demektir. Deneyimler, bölmelemelerin nadiren yüzeyde, çoğunlukla tam da bu noktalarda başarısız olduğunu gösteriyor.

Dördüncüsü, montaj ve işletmenin nedenler içindeki yüksek payından izlenebilirliğe yönelik bir gereklilik doğar. Uygulaması belgelenmemiş ve durumu denetlenemeyen bir bölmeleme, istatistiğin ortaya koyduğu riskin ta kendisini taşır. Uygulamayı bir kabul tutanağıyla kayıt altına alın ve periyodik kontroller için erişilebilirliği daha planlama aşamasında belirleyin.

Not: Hasar bilançosunun özü — Bir olayın gerçekleşme olasılığı belirgin şekilde azaldı, nedenler büyük ölçüde hücrenin dışında yatıyor ve bir olayın seyri uzun sürüyor. Pasif ısıl bölmeleme tam da bu profile göre tasarlanmıştır: Arıza nedeninden bağımsız olarak etki eder, enerji beslemesine ihtiyaç duymaz ve müdahalenin tüm süresi boyunca etkisini sürdürür.

Sık sorulan sorular

Büyük ölçekli batarya depolama sistemlerinin arıza oranı ne kadar düştü?

EPRI'nin BESS Failure Incident Database değerlendirmesine göre şebeke ölçeğindeki depolama sistemlerinde arıza oranı 2018 ile 2023 arasında %97 azaldı; güncellenmiş değerlendirme 2018–2025 dönemi için %99'luk bir düşüşten söz ediyor. Bunun nedeni olarak ilk hasar vakalarından edinilen bilgilerin yeni tasarımlara yansıtılması gösteriliyor.

Batarya depolama sistemlerindeki yangınların ana nedeni hücre kusurları mı?

Hayır. EPRI, Pacific Northwest National Laboratory ve bir analitik firmasının 2024'te yayımladığı teknik incelemede, değerlendirilebilen arızaların %89'unda neden kontrol sisteminde veya çevre birimlerdeydi. Vakaların %86'sında kök neden kusurlu montaj, hatalı tasarım veya bir kullanım hatasıydı. Yalnızca yaklaşık %11'i hücre veya modüldeki kusurlara dayanıyordu.

Bir depolama yangınında itfaiye müdahalesi ne kadar sürer?

Avrupa yangından korunma birliği CFPA Europe, belgelenmiş bir depolama yangınında yaklaşık 1.400.000 litre su ve 400 kilogram söndürme tozu kullanılan on iki saatlik bir müdahaleden söz ediyor. Süregelen ısı üretimi, yeniden tutuşma tehlikesi ve zehirli ve tutuşabilir gazların açığa çıkması karakteristiktir; bu nedenle taktik, sürekli soğutma ve uzun süreli gözleme dayanır.

Projenizi bizimle görüşün

İş günlerinde 24 saat içinde geri dönüş.

info@sbs-rs.de

+49 89 541 960 200

Çevrimiçi okuyun: www.sbs-rs.de/batteriespeicher/ratgeber/schadensbilanz-bess-brandereignisse