



Batarya Sistemlerinde Yangın Önlemleri

SUNGROW ESS EXPERIENCE DAY TÜRKİYE

Cem AKKUŞ

BESS Güvenlik Sorunları

Avustralya'da BESS Yangını,
2023



Kaliforniya Escondido BESS
Tesisini Yangını, 5 Eylül 2024



Tilbury, Essex, İngiltere'de
BESS Yangını, 2025



Saucats, Fransa'da BESS
Yangını, 2023



Kaliforniya BESS Tesisini
Yangını, 15-21 Mayıs 2024



Aberdeenshire, İngiltere'de
BESS Yangını, 2025



Sungrow'un PT2.0 Büyük Ölçekli Yangın Testi Nedir?

SUNGROW

Dünyanın en büyük ölçekli ve en şeffaf yanma testi



20MWh Platform
17MWh Kurulu Kapasite

Yangın Söndürme Sistemi kullanılmadı
En gerçekçi senaryo

590+ Termokupl, 12 yüksek kaliteli ısı sensörü

10+ kamera kullanıldı; IR, normal, canlı yayın ve drone kameraları dahil.

Mevcut standartlara sadece uyumlu değil, aynı zamanda standartlardan daha zor koşullarda.

En kapsamlı test sonuçları



LFP batarya sistemleri için en büyük yanma veri tabanı

Gaz analizi, patlayıcı tutuşma vb. konularda zengin test çıktıları

Test edilen konteynerler için fonksiyonel kontrol tamamlandı; sistem seviyesinde şarj/deşarj dahil.

Başarılı Test Sonucu



25+ saatlik test boyunca yangın yayılımı olmadı; ısı radyasyonu ve transferi, B&C&D batarya konteynerlerinde sınırlı etkiye sahipti.

Gaz analizi, rüzgar yönünde 10/20m mesafede düşük seviyeli toksik/yanıcı gaz konsantrasyonu olduğunu gösterdi.

CRA (community risk analysis) açısından büyük başarılar

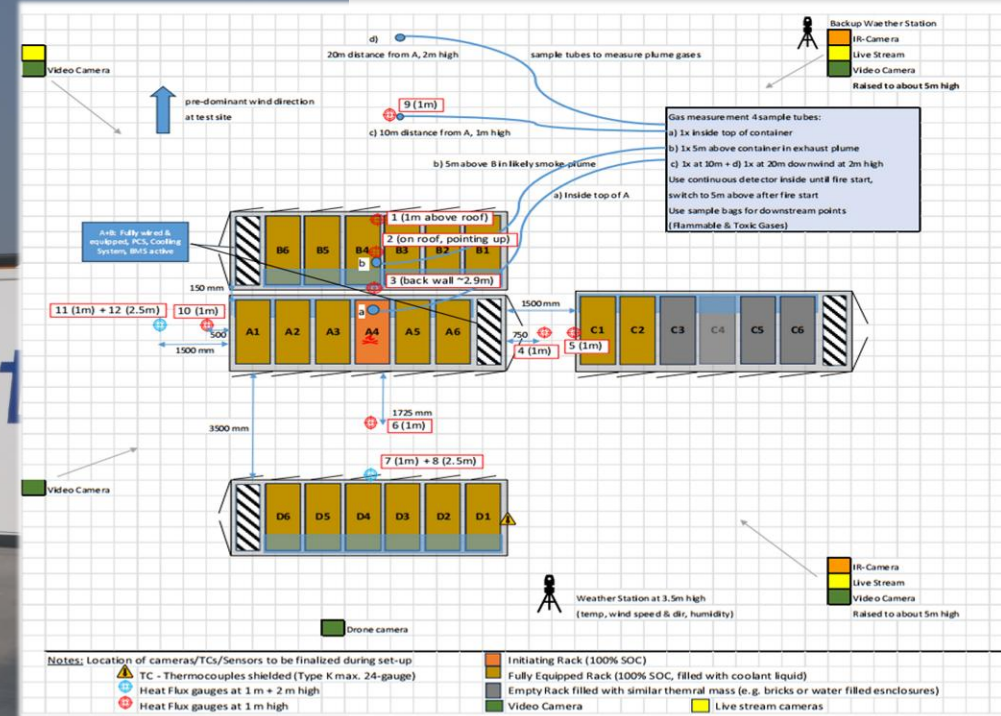
1) EU Directive: must be transposed into national law / EU Regulation: directly applicable in all EU countries; 2) For Products and Processes related to OEM supplies.

20MWh PowerTitan 2.0 Extreme Burning Test Global Largest Scale



© Sungrow. All rights reserved. | 19.12.2025

Test Amaçları ve Kurulumları



Proje Yerleşimi Güvenliği



Deflagrasyon Kabiliyeti



Batarya Bölmesi Yangın Dayanımı



Community Risk Analysis (CRA)

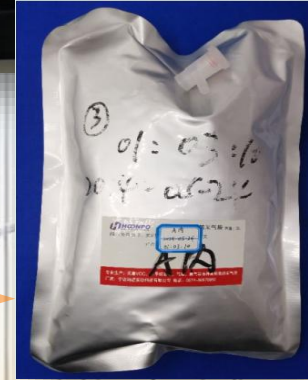
TEMEL DOĞRULAMA HEDEFLERİ

Gaz Toplama



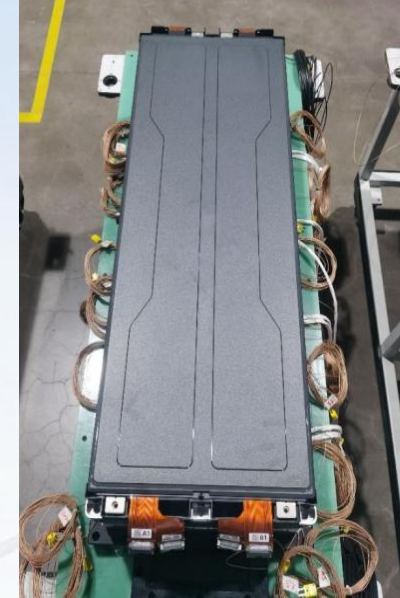
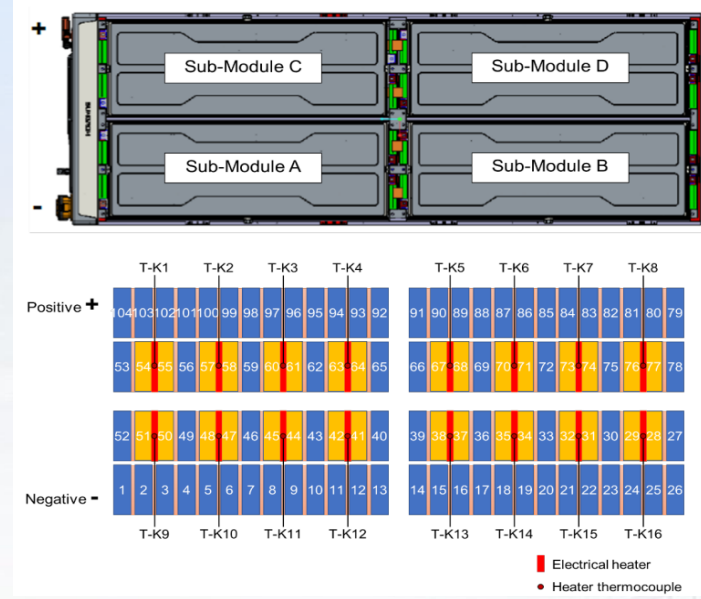
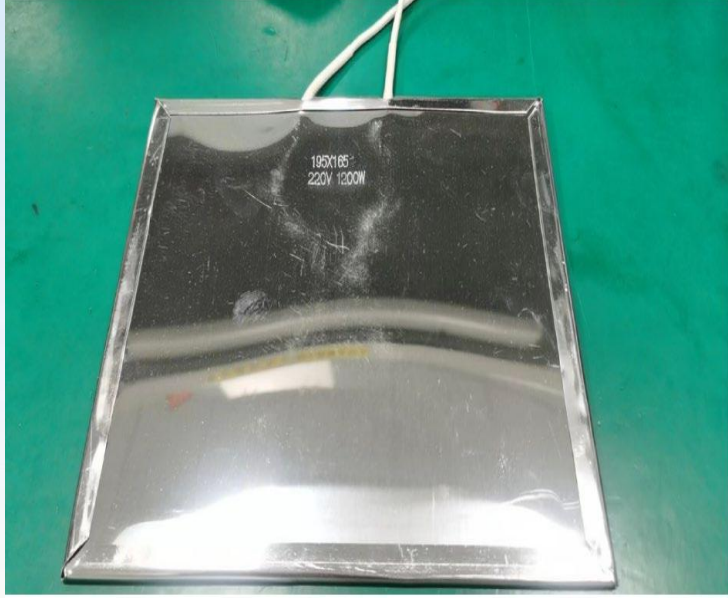
Lazer Raman spektrometresi

Gaz Torbası



- 4 gaz izleme noktası, 1 gerçek zamanlı analiz, 3 gaz torbası toplama
- Gaz torbaları, gaz tahliye aşamasına göre her 10-30 dakikada bir değiştirildi.

Isıtma ve Ateşleme Yöntemi



Toplam ısıtma kapasitesi: $161200W = 19,2kW$; patlamayı kolaylaştırmak için önce 4 ısıtıcı devreye alındı.

Patlayıcı ateşlemeyi sağlamak için test sırasında kıvılcım cihazları her 10 saniyede bir çalıştırıldı.

Ana Sonuç—Yangına Dayanıklılık Yeteneği

Aşama 1

Gaz tahliyesi



Aşama 2

Deflagrasyon panellerinin açılması



Aşama 3

Tam Ölçekli Yangın



Aşama 4

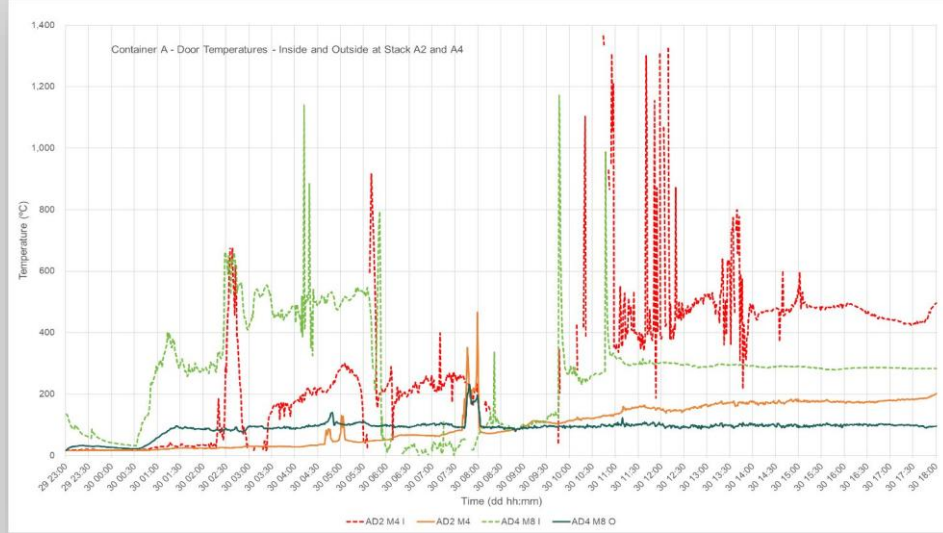
Tamamen yanma



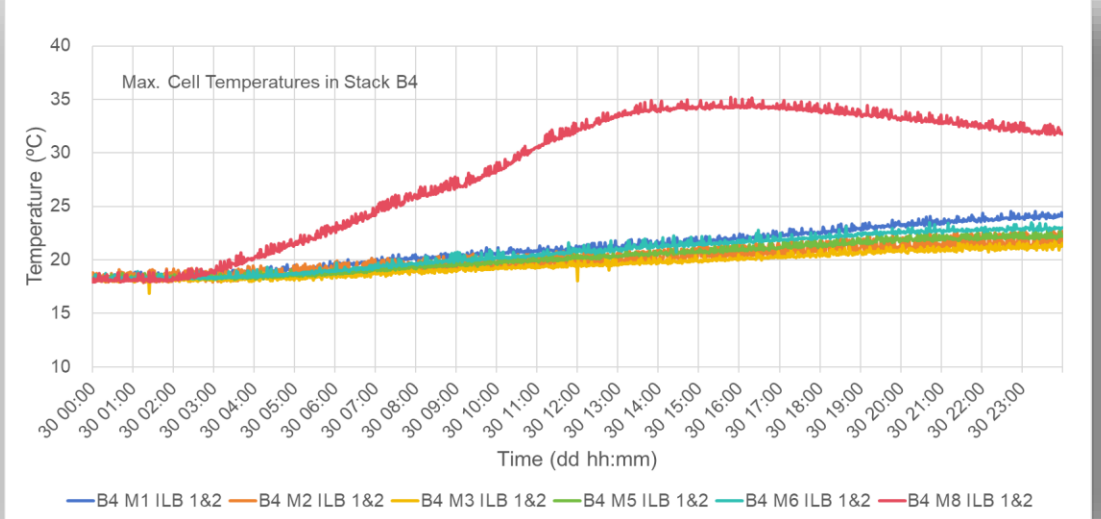
25 saatten fazla yanmanın ardından yakınındaki konteynerlarda herhangi bir yayılım olmaz.

1) EU Directive: must be transposed into national law/EU Regulation : directly applicable in all EU countries; 2) For Products and Services related to OEM supplies;
3) Draft status, planned enforcement 2027; 4) Offering goods or services to individuals in the EU/EEA Monitor the behavior of individuals in the EU/EEA

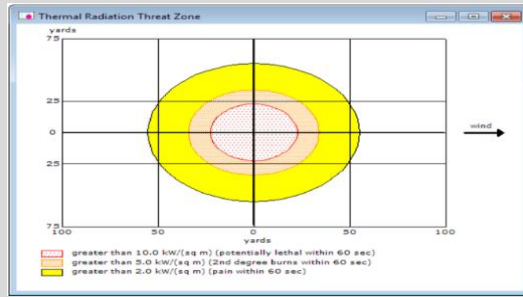
Termal & Isı Akışı – Konteyner A&B



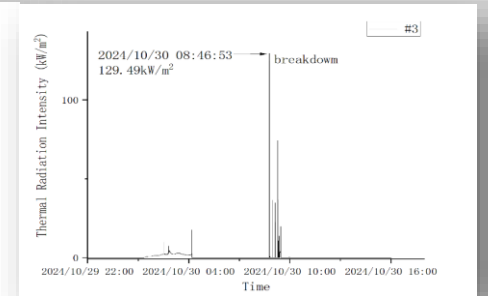
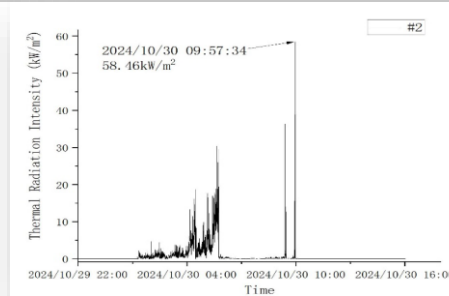
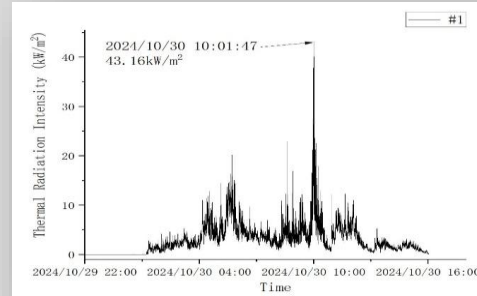
Konteyner A – Kapı sıcaklıkları (iç ve dış), A2 ve A4 yığınlarında



B4 yığnında maksimum hücre sıcaklığı (arkadaki iki hücre arasında ölçüldü)

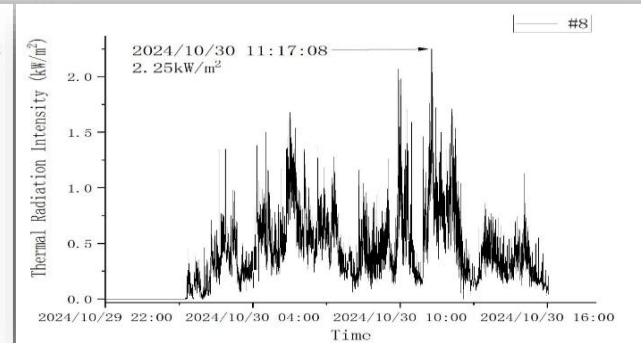
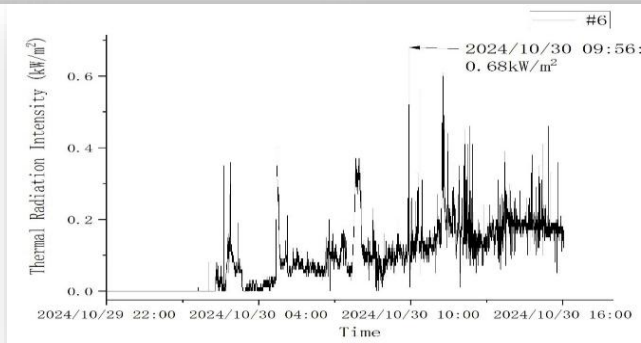
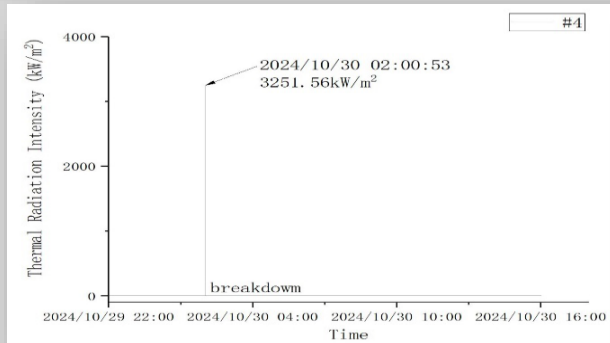
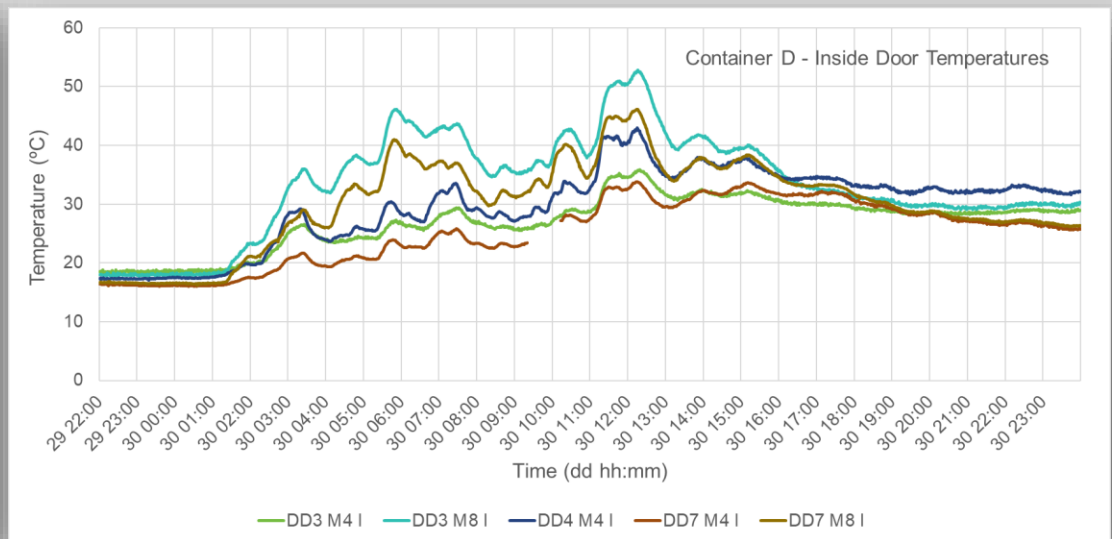
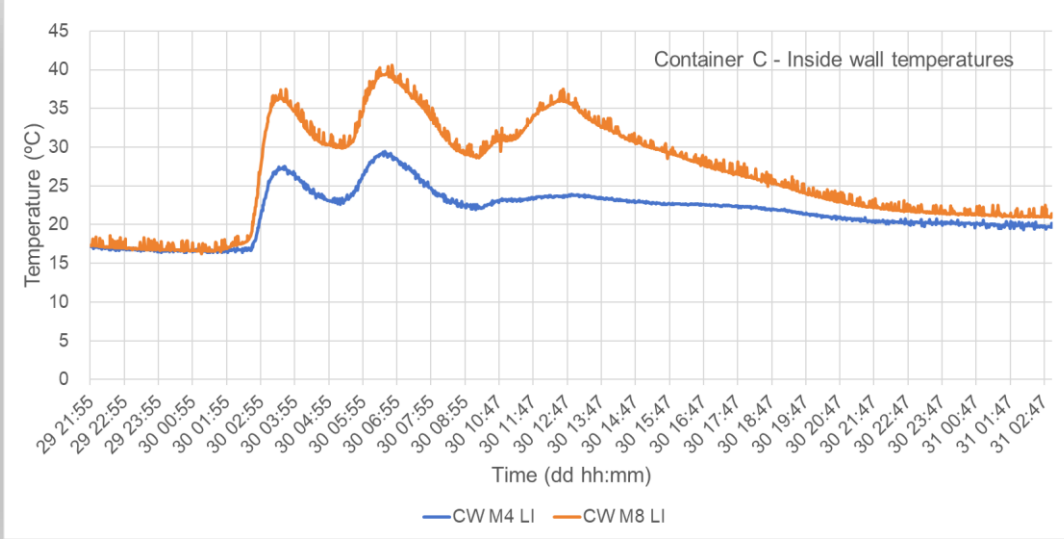


EPA/NOAA Termal Radyasyon Tehdit Bölgeleri

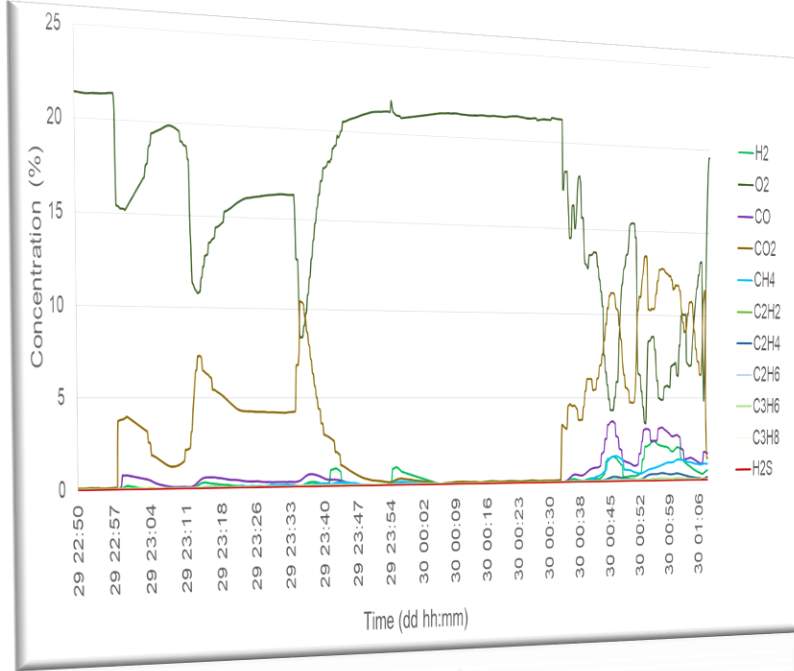


A&B arasındaki ısı akı kayıtları (#1.2.3)

Termal & Isı Akışı – Konteyner C&D



Gaz Analizi



Zaman içinde A numune tüpündeki gaz konsantrasyonlarının özeti

Hedeflenen Gaz

H₂, N₂, O₂, CO, CO₂, CH₄, C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆,

C₃H₆, C₃H₈, and H₂S

Sample name	Time	Decane	1-Decene	1-Nonanal	Propylene tetramer	Trimethylene glycol monomethyl ether	1-Dodecanol	2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol Diisobutyrate	Methyl palmitate	Etadic acid methyl ester	Methyl stearate	Sulfur dioxide	Hydrogen sulfide	Nitrogen dioxide
10mKB	22:10							0.1-0.2				0.01-0.02		0.04-0.05
10m-1	23:05							2.4-2.5				0.01-0.02		0.02-0.03
10m-2	23:10			0.3-0.4	0.4-0.5			0.03-0.04				0.01-0.02	0.01-0.02	0.01-0.02
10m-3	02:35	0.1-0.2						2.0-2.1				0.01-0.02		0.02-0.03
10m-4	03:22	0.1-0.2						4.8-5.1				0.01-0.02		0.02-0.03
10m-5	03:52		0.3-0.4			0.3-0.4		4.3-4.6				0.01-0.02		0.03-0.04
10m-6	04:13	0.4-0.5						1.8-1.9				0.01-0.02		0.02-0.03
10m-7	04:43											0.01-0.02		0.01-0.02
10m-8	05:08											0.01-0.02		0.01-0.02
10m-9	05:34											0.01-0.02	0.007-0.008	0.03-0.04
10m-10	06:22											0.01-0.02	0.006-0.007	0.04-0.05
10m-11	06:40								0.6-0.7	1.2-1.3	0.2-0.3	0.01-0.02	0.01-0.02	0.03-0.04
10m-12	07:04											0.01-0.02		0.03-0.04
10m-13	07:26											0.01-0.02	0.007-0.008	0.03-0.04
10m-14	07:52											0.01-0.02		0.02-0.03
20m-KB	22:16				0.08-0.09			0.2-0.3				0.01-0.02		0.05-0.06
20m-2	23:07				0.09-0.10			28.4-29.9	0.01-0.02			0.01-0.02		0.01-0.02
20m-1	23:11	10.5-11.1	0.2-0.3					0.05-0.06	0.01-0.02			0.04-0.05	0.01-0.02	0.01-0.02
20m-3	02:41					0.3-0.4		0.1-0.2	0.01-0.02			0.01-0.02	0.02-0.03	0.01-0.02
20m-4	03:27				0.08-0.09			0.03-0.04	0.01-0.02			0.01-0.02	0.03-0.04	0.01-0.02
20m-5	03:49	0.07-0.08						0.4-0.5	0.01-0.02			0.008-0.009	0.03-0.04	0.01-0.02
20m-6	04:11				0.2-0.3				0.01-0.02			0.008-0.009	0.02-0.03	0.01-0.02
20m-7	04:49	0.4-0.5										0.008-0.009	0.07-0.08	0.01-0.02
20m-8	05:19	9.8-10.3			1.3-1.4		0.4-0.5	0.5-0.6	22.5-23.7	0.01-0.02		0.008-0.009	0.04-0.05	0.01-0.02
20m-9	05:33				0.1-0.2			0.1-0.2	0.01-0.02			0.009-0.010	0.04-0.05	0.01-0.02
20m-10	06:10	0.2-0.3			0.2-0.3			3.4-3.5	0.01-0.02				0.04-0.05	0.01-0.02
20m-11	06:42				0.06-0.07			0.02-0.03	0.01-0.02				0.02-0.03	0.01-0.02
20m-12	07:08				0.1-0.2				0.01-0.02				0.04-0.05	0.01-0.02
20m-13	07:29				0.09-0.10			0.1-0.2	0.01-0.02				0.04-0.05	0.01-0.02
20m-14	07:57				0.09-0.10			0.01-0.02	0.01-0.02				0.03-0.04	0.01-0.02
20m-15	08:23				0.08-0.09			0.02-0.03	0.01-0.02				0.01-0.02	0.01-0.02
30m-12	08:33				0.08-0.09			0.05-0.03	0.01-0.05				0.01-0.05	0.03-0.04
30m-14	01:21				0.08-0.10			0.01-0.05	0.01-0.05				0.04-0.02	0.04-0.02
30m-13	01:38				0.08-0.10			0.1-0.5	0.01-0.05				0.04-0.02	0.04-0.02
30m-15	01:08				0.1-0.5			0.01-0.05	0.01-0.05				0.04-0.02	0.04-0.02
30m-11	08:45				0.08-0.09			0.05-0.03	0.01-0.05				0.05-0.03	0.04-0.02
30m-10	08:10	0.3-0.3			0.5-0.3			3-4-32	0.01-0.05				0.04-0.02	0.04-0.02
30m-9	08:33				0.1-0.5			0.1-0.5	0.01-0.05			0.01-0.05	0.04-0.02	0.04-0.02

10m/20m'de ayrı gaz örnekleme özeti

Temel Sonuç — Yangın Sonrası Değerlendirme



Konteyner A'nın yanma sonrası iç ve üstten görünümü



Konteyner B'nin yanma sonrası görünümü ve voltaj kontrolü

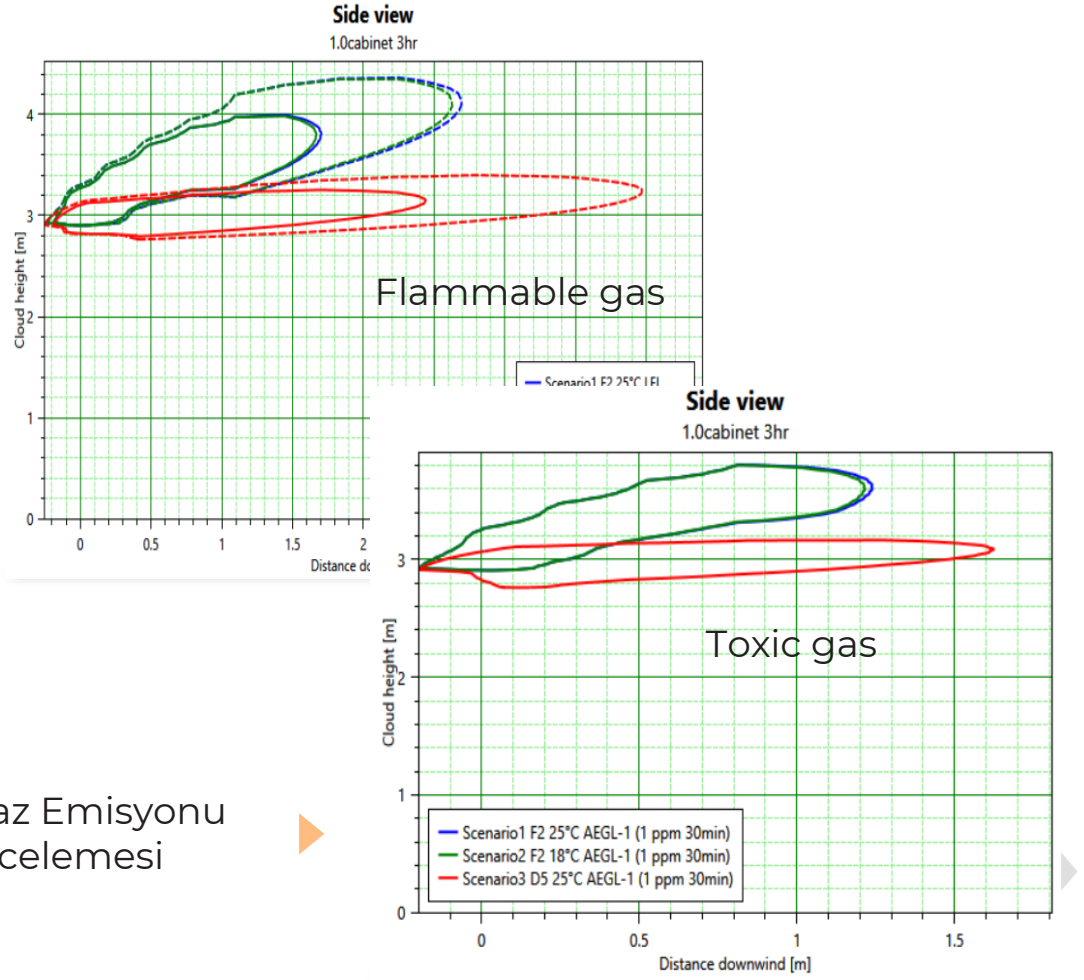


Konteyner C & D'nin yanma sonrası iç görünümü

Önemli sıcaklık dereceleri

- ✓ A Konteynerinde Maksimum Sıcaklık: **1385°C**
- ✓ B Konteynerinde Maksimum İç Sıcaklık: **101°C**
- ✓ B Konteynerinde Maksimum Hücre Sıcaklığı: **42.3°C**
(BMS Data)
- ✓ C Konteynerinde Maksimum Sıcaklık: **40°C**
- ✓ D Konteynerinde Maksimum Sıcaklık: **52°C**
- ✓ C & D Konteynerlerinde Maksimum Hücre Sıcaklığı: **<40°C**

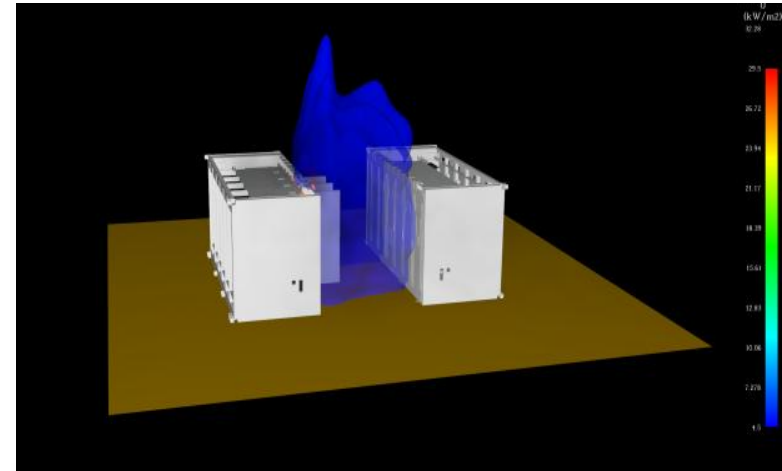
Temel Sonuç—BESS Yangınına İlgili Analiz Değeri



Gaz Emisyonu İncelemesi

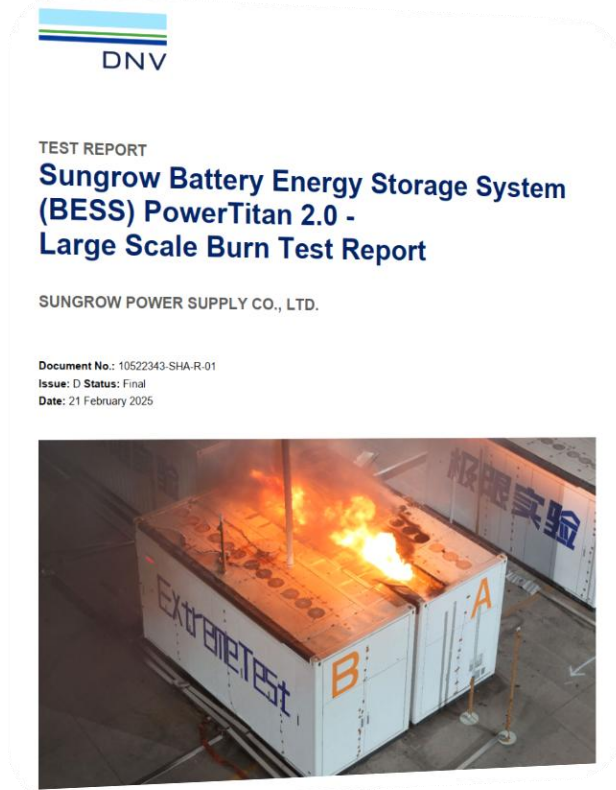


▲ Yanma Sonrası Değerlendirme: Varlık kayıpları, geri kazanım değeri vb.

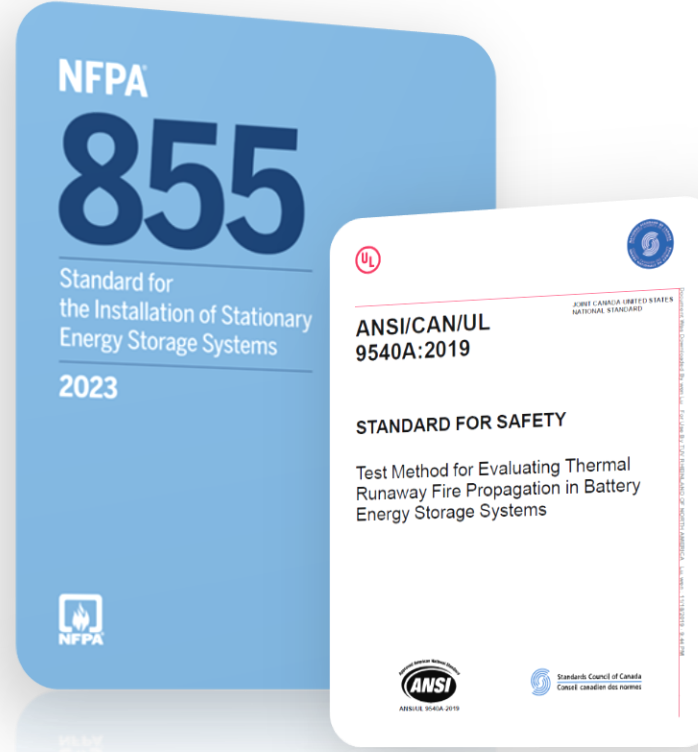


▲ Simülasyon ve Gerçek Test Karşılaştırması

Temel Sonuç—BESS Endüstri Değeri



Proje Teklifi İçin Temel Gereksinimler



Standart Yönergeler



Endüstri Evrimi

TEŞEKKÜRLER!

