Konferencja Szkoleniowa: „Ochrona Przeciwpożarowa w Instalacjach Elektrycznych Budynków oraz Odnawialnych Źródeł Energii, Udział PSP w Utrzymaniu Ciągłości Dostaw Energii w Czasie BLACK-OUT”

Wielkoskalowe Systemy Magazynów Energii w świetle wymagań P.POŻ jak uniknąć błędów na etapie uzgodnień i odbiorów?



mgr inż. Jacek Świątek

Ekspert ds. Magazynów Energii

PGE Energia Odnawialna S.A.

5 – 6 listopada 2026

Akademia Pożarnicza w Warszawie

Agenda :

1. Nowelizacja art. 29 ustawy Prawo Budowlane dla Magazynów Energii z ogniwami litowymi (BESS)
2. Dokumentacja dla Państwowej Straży Pożarnej,
3. Normy NFPA,
4. Ogniwa li-ion LFP vs. NMC,
5. Elementy wymagane do analizy p.poż. BESS,
6. Klasyfikacja formalno-prawna BESS,
7. Wyznaczenie Gęstości Obciążenia Ogniowego (GOO),
8. Wyznaczenie strefy i klasy odporności pożarowej,
9. Odległości BESS od dróg i infrastruktury,
10. Czas trwania akcji pożarowej,
11. Zapotrzebowanie na wodę na potrzeby akcji pożarowej,
12. Wnioski.



BESS z ang. „Battery Energy Storage System”, Bateryjny System Magazynowania Energii.

Nowelizacja Art. 29 Prawa Budowlanego (7 stycznia 2026 r.)

Pojemność / energia BESS	Typ montażu	Pozwolenie na Budowę	Zgłoszenie	Wymogi Projektowe
do 30 kWh	Wolnostojący / w budynku	NIE	NIE	Brak wymogów według Prawa Budowlanego
30 – 300 kWh	Wolnostojący / w budynku	NIE	TAK	PZT (Projekt Zagospodarowania Terenu)+ uzgodnienie PPOŻ
300 – 2000 kWh	Wolnostojący	NIE	TAK	PZT + PAB (Projekt Architektoniczno-Budowlany)+ zawiadomienie PSP
powyżej 300 kWh	W budynku	TAK	---	Pełny Projekt Budowlany (PZT+PAB)
powyżej 2000 kWh	Wolnostojący	TAK	---	Pełny Projekt Budowlany (PZT+PAB)

Wielkoskalowe BESS, które są przedmiotem prezentacji



Progi energetyczne dla Magazynów Energii (BESS) w przepisach

Próg pojemności / energii	Podstawa prawna / Standard	Kategoria i status instalacji	Konsekwencje projektowe i formalne
20 kWh	NFPA 855 – rozdział 15 PN-EN 62933-5-2	Granica instalacji domowych (Threshold Quantity)	Przekroczenie 20 kWh uruchamia podstawowe wymagania NFPA 855 dotyczące lokalizacji, sygnalizacji i oddzielenia pożarowego.
30 kWh	Prawo Budowlane (Art. 29)	Krajowa granica mikro-instalacji (zwolnienie z procedur administracyjnych)	Powyżej 30 kWh: bezwzględny obowiązek uzgodnienia projektu z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń ppoż. oraz konieczność dokonania zgłoszenia.
100 kWh	Norma NFPA 855, Wytyczne CNBOP-PIB 0003:2022	Powyżej należy stosować branżowe standardy dla instalacji komercyjnych i przemysłowych	Próg techniczny zalecany przez firmy ubezpieczeniowe powyżej którego wymaga się stosowanie zaawansowanych systemów zabezpieczeń, gaszenia i zachowanie odległości.
300 kWh	Prawo Budowlane (Art. 29)	Granica zaostrzonego rygoru dla instalacji kubaturowych i zewnętrznych	Powyżej 300 kWh instalacja wewnątrz budynku zawsze będzie wymagała pełnego Pozwolenia na Budowę , dla wolnostojących wymagane jest zawiadomienia PSP.
600 kWh	Norma NFPA 855 / IFC (International Fire Code) projekt Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie Warunków Tech.-2026	Maksymalna ilość dopuszczalna w strefie pożarowej (MAQ - Maximum Allowable Quantity)	Limit energii w jednej strefie/budynku, który jest możliwy do opanowania przez standardowe systemy gaszenia. Powiększenie tego limitu wymaga testów UL 9540A.
2000 kWh (2 MWh)	Prawo Budowlane (Art. 29)	Granica dla wolnostojących systemów przemysłowych	Powyżej 2000 kWh – bezwzględny wymóg uzyskania pełnego Pozwolenia na Budowę niezależnie od lokalizacji.

Dokumentacja dla Państwowej Straży Pożarnej:
dokumenty niezbędne do zgłoszenia BESS> 2 MWh

Wymagany komplet dokumentów	Terminy i pułapki prawne
• **Zawiadomienie o zakończeniu budowy** – parametry BESS: moc, pojemność, technologia baterii.	• **14 dni na reakcję** – ustawowy czas dla PSP na kontrolę lub zgłoszenie sprzeciwu.
• **Projekt techniczny** – pełna dokumentacja z podpisem elektronicznym rzeczoznawcy ppoż.	• **Mit „milczącej zgody”** – brak sprzeciwu PSP nie oznacza zgody na użytkowanie obiektu.
• **Karta Informacyjna Obiektu (KIO)** – plany dotyczące działań ekip ratowniczych i procedur awaryjnych.	• **Krok formalny** – brak uwag PSP pozwala jedynie na złożenie wniosku do PINB.
• **Oświadczenie Kierownika Budowy** – zgodność wykonania z projektem i przepisami ppoż.	• **Blokada komercjalizacji** – uruchomienie BESS bez decyzji PINB to nielegalne użytkowanie.
• **Protokoły prób i odbiorów** – testy sprawności detekcji gazów, systemów gaszenia i wentylacji.	• **Brak taryfy ulgowej przy braku kontroli** – jeśli PSP nie przyjedzie, PINB: skontroluje obiekt.
• **Pełnomocnictwo** – wymagane, jeśli wniosek w imieniu inwestora składa Wykonawca lub upoważniony doradca.	• **Przedawnienie uzgodnień** – zmiany w trakcie budowy unieważniają pierwotne zgody.



Dokumentacja dla Państwowej Straży Pożarnej



1. Ekspertyza rzeczoznawcy ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych

- Wynika z rozproszenia przepisów oraz braku skonsolidowanych norm dedykowanych dla systemów BESS.
- Każda lokalizacja wymaga odrębnej analizy inżynierii bezpieczeństwa pożarowego.

2. Podstawa prawna i formalności

- Procedura formalna: Zgoda na zastosowanie rozwiązań zamiennych wydawana jest w drodze postanowienia przez Komendanta Wojewódzkiego PSP – podstawa: art. 6a ustawy o ochronie p.poż.
- Warunek krytyczny: Brak prawomocnego postanowienia KW PSP uniemożliwia odbioru BESS (art. 56 Prawa budowlanego) i przekazania do eksploatacji.

3. Zawartość ekspertyzy:

- Ocena ryzyka w oparciu o parametry techniczne ogniw w tym w szczególności na podatność na rozbieganie termiczne, charakterystykę emisji gazów toksycznych oraz zagrożenie wybuchem .
- Projekt Zagospodarowania Terenu (PZT): mapowanie stref oddziaływania termicznego i zagrożenia wybuchem.
- Scenariusz pożarowy: automatyczna matryca sterowań w czasie:

Wykrycie ➔ Alarm ➔ Powiadomienie PSP ➔ Wyłączenia elektryczne ➔ Gaszenie

- Strategia Działań Ratowniczych: wytyczne dla PSP (ocena zapotrzebowania w wodę, prądy gaśnicze itp.)

Dokumentacja dla Państwowej Straży Pożarnej



Kryterium	ŚCIEŻKA GŁÓWNA: Raport z testów UL 9540A	ŚCIEŻKA POMOCNICZA: Symulacje CFD (FDS)
Istota podejścia	• Dane laboratoryjne producenta. • Metoda analityczna oparta na danych technologii.	• Metoda symulacji komputerowej 3D (Computational Fluid Dynamics / Fire Dynamics Simulator).
Kiedy stosować?	• Pierwszy wybór. • Zachowane ustawowych odległości.	• Ostateczność, dowody konieczne do uzyskania odstępstw przy gęstej zabudowie
Główne zalety	• Szybka procedura i niski koszt. • Parametry propagacji termicznej i emisji ciepła, podstawa: certyfikowane testy UL.	• Dowód braku propagacji pożaru. • Analiza dyspersji i emisji gazów.
Wymagania KW PSP	•Certyfikaty, testy, analizy jako twardy dowód do akceptacji założeń projektu.	• Wymagane gdy nie spełniamy ustawowych odległości i wymagana jest weryfikacja.
Wpływ na projekt	• Optymalizacja budżetu. • Brak zbędnych kosztów.	• Narzędzie ratunkowe przy ocenie „wymagających” lokalizacji

Hierarchia Testów UL 9540A od ogniwa do kontenera



Poziom Testu	Zakres i metodologia	Co weryfikuje test?	Proces uzgodnień P.POŻ
1.Ogniwo	Doprowadzenie pojedynczego ogniwa do rozbiegu termicznego (*Thermal Runaway)*.	-temperaturę inicjacji ucieczki termicznej, -skład chemiczny wydzielanych gazów, -granice wybuchowości gazów.	**Niewystarczający** - dane wejściowe o chemii i gazach do analiz inżynierskich np. CFD.
2. Moduł bateryjny	Inicjacja pożaru jednego ogniwa wewnątrz zamkniętego, fabrycznego modułu	-Czy pożar przenosi się na sąsiednie ogniwa, -Ilość uwalnianego ciepła (HRR) z modułu, - Skuteczność izolacji między ogniwami.	**Częściowy** (udowadnia tendencję i odporność do kaskadowego samozapłonu wewnątrz obudowy).
3. Szafa / stojak (rack) / sekcja	Wywołanie rozbiegu termicznego w jednym module wewnątrz pełnowymiarowej szafy / stojaka (rack) / sekcji.	-propagację pożaru między szafami, -ryzyko wyrzutu ognia na zewnątrz szafy, -prędkość narastania ciśnienia, wybuchowego gazów.	**Podstawowy -** kluczowy dla rzeczoznawcy dokument potwierdzający, że awaria nie zniszczy sąsiednich szaf /stojaków / sekcji.
4. Instalacja/ kontener	Test w pełnej skali kontenera z odwzorowaniem odległości instalacyjnych	-skuteczność systemów gaszenia (SUG) i wentylacji, -odporność ścian zewnętrznych kontenera, -bezpieczeństwo sąsiednich obiektów.	**Wyczerpujący -** testy w pełni symulują instalację, mogą w pełni odwzorować zagrożenie dla sąsiednich obiektów.

Normy NFPA (National Fire Protection Association)
fundament projektowy BESS.

1. **Status prawny:** *NFPA nie są w Polsce prawem obowiązującym*, stanowią uznany standard równoważny. Dla PSP jako AHJ (Authority Having Jurisdiction – wg. NFPA organ decyzyjny) mogą pełnić rolę wytycznych.
2. NFPA 855 (2026) – definiuje techniczne progi bezpieczeństwa i wymagania dla testów wielkoskalowych UL 9540A.
3. Prewencja (NFPA 69/855/72) – wczesna detekcja gazów. Wymagania wentylacji awaryjnej i utrzymania stężenia wodoru i HF poniżej 25% LFL (dolnej granicy wybuchowości) oraz wymagania dla zasilania awaryjnego automatyki: min. 2 godziny z sygnałem do SSP/SCADA.
4. Ochrona Pasywna (NFPA 68) – Kontrola skutków wybuchu. W przypadku zapłonu konstrukcja kontenera musi bezpiecznie odprowadzić nadciśnienie przez panele deflagracyjne (odciążające).

Normy NFPA określają jak obiekt ma być zbudowany i jakie ma być jego wyposażenie.
Normy europejskie (PN-EN 62933-5-2) określają jaka ma być prewencja i automatyka.



Parametry techniczne i limity NFPA 855

Kluczowe limity techniczne:

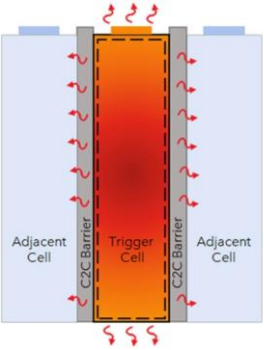
Kryterium projektowe	Wartość graniczna	Skutki i wymogi dla BESS
Próg stosowania normy	powyżej> 20 kWh	Obowiązkowe wdrożenie procedur i wytycznych NFPA 855.
Bezpieczna strefa pożarowa	poniżej < 600 kWh	Kontrola pożaru możliwa za pomocą standardowych systemów gaśniczych.
Krytyczna strefa pożarowa	powyżej > 600 kWh	Bezwzględny wymóg systemów zapobiegających propagacji pożaru (chyba że testy UL 9540A wykażą inaczej).
Dystans między kontenerami	min. 0,9 m (3 stopy)	Ochrona przed transferem ciepła. Zmniejszenie dystansu tylko po testach UL 9540A.
Odległość od otoczenia	min. 3,0 m (10 stóp)	Minimalny dystans od granic działki, dróg ewakuacyjnych i budynków.
Wentylacja awaryjna	Poniżej < 25% LFL (Lower Flammability Limit / Dolna Granica Wybuchowości)	Powyżej automatyczny start wentylacji po wykryciu gazów palnych (off-gassing) w celu niedopuszczenia do wybuchu.

Norma PN-EN IEC 62933-5-2

Systemy magazynowania energii elektrycznej (EES) – Część 5-2: Wymagania w zakresie bezpieczeństwa dotyczące zintegrowanych z siecią instalacji akumulatorowych.

1. **Status prawny:** *Nie zastępuje przepisów krajowych w obszarze p.poż. (MSWiA), ale stanowi techniczny fundament i "uznany stan wiedzy" do uzgodnień z rzeczoznawcami.*
2. Prewencja Thermal Runaway – obowiązkowy nadzór parametrów przez BMS oraz automatyczne odcięcie zasilania (PWP / bezpieczniki).
3. Wczesna detekcja gazów – wykrywanie fazy wczesnego gazowania (H_2, CO) przed pojawieniem się ognia w celu automatycznego uruchomienia wentylacji awaryjnej.
4. Aktywne gaszenie i chłodzenie : systemy tłumienia ognia z medium dobranym do chemii ogniw (nie tylko tłumienie, ale też odcięcie i chłodzenie) w oparciu o analizę ryzyka (FMEA / HAZOP).
5. Strefowanie i dystans –wymaga się odporności ogniowej obudów kontenerów oraz bezpiecznych odległości uniemożliwiających się przeniesienia pożaru.
6. Bezpieczeństwo PSP – muszą być zewnętrzne wyłączniki awaryjne (E-Stop) oraz plany przygotowania obiektu do długotrwałej obrony p.poż. i chłodzenia stref.

Chemia katody a Mechanizm Pożaru LFP vs. NMC



1. Anatomia Ucieczki Termicznej (Thermal Runaway):

Niezależnie od chemii, paliwem pożaru w ogniwach jest elektrolit (rozpuszczalniki organiczne), grafitowa anoda oraz tworzywa sztuczne (separatory, BMS, okablowanie).

2. Katoda NMC (Struktura warstwowa):

reakcja samopodtrzymująca się (autooksydacja) o dynamic e wybuchowej. Odcięcie dopływu powietrza z zewnątrz lub podanie gazu nie zatrzymuje spalania. Generuje się pożar strumieniowy o wysokiej intensywności T >1000°C.

3. Katoda LFP (Struktura oliwinu $LiFePO_4$):

Brak ognia bez tlenu z zewnątrz. Awaria zaczyna się od fazy intensywnego wyrzutu gazów.

LFP wymaga przesunięcia środka ciężkości zabezpieczeń z systemów gaśniczych na zaawansowaną wentylację i detekcję.

1. **Wczesna Detekcja fazy gazowania** – detekcja fazy ulatniania się toksycznych i palnych gazów, gdy nie ma ognia
2. **Gaszenie przez inertyzację** (rozcieńczenie powietrza wewnątrz kontenera gazem obojętnym) SUG gazowy lub aerozolowy,
3. **Chłodzenie zewnętrzne :** w przypadku rozwiniętego pożaru, stosujemy strategię defensywną i ochronę stref.

Elementy do analizy p.poż. BESS– lokalizacja i klasyfikacja



1. **Lokalizacja i otoczenie obiektu:**
   - Analiza sąsiedztwa: obszar zabudowany vs. niezabudowany.
   - Bezpieczne odległości: wytyczne zgodnie z rozp. MSWiA oraz standardami NFPA 855 / IEC 62933.
   - Projekt Zagospodarowania Terenu (PZT): graficzny zasięg rzutu pożaru.
2. **Klasyfikacja formalno-prawna**
   - kontener bateryjny: wymagane jest określenie rodzaju zabudowy zgodnie z przepisami budowlanymi oraz pożarowymi.
   - Gęstość obciążenia ogniowego Q_d: wymagane jest wyznaczenie stref poż. i klas odporności ogniowej R, E, I.
3. **Dostęp i zaopatrzenie ratownicze:**
   - Droga pożarowa: musimy zapewnić nośność min. 15t / 20t oraz plac manewrowy dla PSP.
   - Woda do celów gaśniczych: wymagane jest sprawdzenie tego wymogu zgodnie z rozporządzeniem MSWiA i jeżeli jest to konieczne zapewnienie wymaganego zapasu i wydajności (dm^3/s).

Elementy do analizy p.poż. BESS – systemy i strategie poż.

4. Detekcja i wentylacja awaryjna

- Wczesne wykrywanie: detekcja gazów pożarowych (CO, H_2, opary elektrolitu) i dymu.
- Kontrola wybuchu: wentylacja odciążająca i deflagracyjna (zgodnie z NFPA 68/69/855).

5. Odcięcie i systemy gaśnicze

- Wyłączniki PPOŻ: wymagane skuteczne i bezpieczne rozdzielenie sekcji AC oraz DC. Wielopoziomowe procedury odcięcia, integracja Przeciwpożarowego Wyłącznika Prądu (PWP) z systemami BESS.
- Technologie gaszenia: – systemy gazowe (lokalne tłumienie płomieni) w kooperacji z systemami wodnymi/zalewowymi (zapewnienie niezbędnego chłodzenia termicznego).



6. Scenariusz i działania PSP

- Transmisja alarmu: zalecane powiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej.
- Matryca sterowań i algorytm sekwencyjny(Wykrycie → Alarm → Powiadomienie PSP → Wyłączenia → Uruchomienie systemów gaszenia).
- Taktyka działań: instrukcja dla PSP (priorytet obrony, dozwolone media, wytyczne chłodzenia).

Elementy do analizy p.poż. BESS– lokalizacja i klasyfikacja



1. **Lokalizacja i otoczenie obiektu:**
   - Analiza sąsiedztwa: obszar zabudowany vs. niezabudowany.
   - Bezpieczne odległości: wytyczne zgodnie z rozp. MSWiA oraz standardami NFPA 850 / Pn-EN62933.
   - Projekt Zagospodarowania Terenu (PZT): graficzny zasięg rzutu pożaru.
2. **Klasyfikacja formalno-prawna**
   - kontener bateryjny: wymagane jest określenie rodzaju zabudowy zgodnie z przepisami budowlanymi oraz pożarowymi.
   - Gęstość obciążenia ogniowego Q_d: wymagane jest wyznaczenie stref poż. i klasy odporności ognowej.
3. **Dostęp i zaopatrzenie ratownicze:**
   - Droga pożarowa: musimy zapewnić nośność min. 15t / 20t oraz plac manewrowy dla PSP.
   - Woda do celów gaśniczych: wymagane jest sprawdzenie tego wymogu zgodnie z rozporządzeniem MSWiA i jeżeli jest to konieczne zapewnienie wymaganego zapasu i wydajności (dm^3/s).

Elementy do analizy p.poż. BESS – systemy i strategie poż.

4. Detekcja i wentylacja awaryjna

- Wczesne wykrywanie: zalecana jest detekcja gazów pożarowych.
- Kontrola wybuchu: zalecana jest wentylacja odciążająca i deflagracyjna (zgodnie z NFPA).

5. Odcięcie i systemy gaśnicze

- Wyłączniki PPOŻ: wymagane skuteczne i bezpieczne rozdzielenie sekcji AC oraz DC
- Media gaśnicze: wymagany dobór systemów zalewowych, gazowych, chłodzących.



6. Scenariusz i działania PSP

- Transmisja alarmu: wymagane powiadomienie do Państwowej Straży Pożarnej.
- Scenariusz pożarowy: Wykrycie → Alarm → Powiadomienie PSP → Wyłączenia → Uruchomienie systemów gaszenia.
- Strategia ratownicza: instrukcja dla PSP (taktyka, dozwolone media, wytyczne chłodzenia).

Klasyfikacja formalno-prawna: lokalizacja obiektu.



Parametr analizy	Teren zurbanizowany (miasta i wsie)	Teren niezabudowany
Zagrożenie dla ludzi	Rzeczywiste, uwarunkowane przez MPZP i sąsiedztwo.	Minimalne – brak stałej obsady (okresowy serwis, np. do 100 osób).
Główny element analizy	Analiza urbanistyczna: MPZP + stan faktyczny zabudowy otaczającej.	Analiza terenowa: odległości od lasów, dróg krajowych, linii energetycznych SN/WN.
Kluczowy priorytet P.POŻ.	Ochrona mienia osób trzecich, ograniczenie emisji toksycznej, stosowanie ścian oddzielenia ppoż.	Zachowanie bezpiecznych odległości oddzielenia (separacja przestrzenna).
Kwalifikacja obiektu	Urządzenie technologiczne / budowlane (dążenie do wyłączenia z klasyfikacji jako budynek PM czy składowisko).	Wolnostojące urządzenie technologiczne (analiza zbliżona do stacji transformatorach / kontenerowych)
Podstawa wyznaczania odległości	Rozp. Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, MSWiA, NFPA 855/PN-EN 62933, dodatkowe symulacje.	Rozp. MSWiA (odległości od lasów) / Gęstość strumienia promieniowania pożaru i pasy oddzielenia ppoż.
Wymóg graficzny PZT	Wyznaczenie stref promieniowania cieplnego i oddziaływania gazów pożarowych.	Wyznaczenie stref promieniowania cieplnego i pasów bezdrzewnych/izolacyjnych.

Klasyfikacja formalno-prawna–wg. prawa budowlanego

Dylemat definicyjny w Prawie Budowlanym (Art. 3): Brak oficjalnej definicji „kontenerowego magazynu energii", a w praktyce rzeczoznawcy stosują 4 sprzeczne ścieżki interpretacji:

1. Budynek produkcyjno-magazynowy (PM):

- *Podejście: Najbardziej restrykcyjne i kosztowne. Obiekt ma dach, przegrody ścienne, jest na fundamencie.*
- *Skutki: Narzuca sztywne klasy odporności ogniowej (A-E) oraz duże odległości lokalizacyjne.*

2. Budowla:

- *Podejście: Wolnostojąca instalacja przemysłowa trwale związana z gruntem.*
- *Skutki: Brak automatycznych wytycznych odległościowych w przepisach MSWiA.*



3. Składowisko otwarte materiałów palnych:

- *Podejście: Definicja wyłącznie z przepisów ppoż. MSWiA (nie występuje w Prawie Budowlanym).*
- *Skutki: Brak rygorów konstrukcyjnych dla budynków, ale duże odległości separacyjne.*

4. Kontenerowe urządzenie techniczne w obudowie fabrycznej (art.3 i 29)

- *Podejście: Najbardziej optymalne, inżynierskie.*
- *Skutki: Traktuje BESS jako gotowy produkt technologiczny, bazując na normach NFPA 855 / PN-EN 62933.*

Strategia uzgodnień z KW PSP - BESS jako urządzenie

Cel : Obrona klasyfikacji BESS jako urządzenia technicznego przed KW PSP za pomocą dowodów technicznych i testów.

1. **Inżynierskie analizy pożarowe**
   - *Symulacje rozwoju pożaru oraz rozprzestrzeniania się dymu i gazów pożarowych.*
   - *Analizy zgodnie z testami UL 9540A, w ostateczności przez modelowanie komputerowe.*
   - *Analityka termiczna: Wyznaczanie bezpiecznych odległości na podstawie krytycznego strumienia promieniowania cieplnego (kW/m²) i oceny propagacji pożaru.*
2. **Certyfikacja i testy (UL 9540A) – testy ogniwa, modułu, stringu (szafy), kontenera (obiektu)**
   - *Wiedza techniczna: Przywołanie międzynarodowych standardów jako uznanej wiedzy inżynierskiej (art. 7 Prawa Budowlanego).*
   - *Dowód na brak propagacji: Wykorzystanie raportów z testów producenckich potwierdzających brak przenoszenia ognia.*
3. **Synergia systemów zabezpieczeń i matryca sterowań**
   - *Wczesna detekcja: Wykrywanie gazów w fazie początkowej przed wzrostem temperatury.*
   - *Aktywne urządzenia p.poż: Systemy tłumienia pożaru (SUG, sucha rura) zintegrowane z wentylacją awaryjną.*
   - *Monitoring pożarowy: Sygnalizacja pożarowa (SSP) połączona z systemem nadrzędnym i/lub PSP.*

Wyznaczenie danych do obliczeń Gęstości Obciążenia Ogniowego

1. Dane wejściowe od producenta

- Dane krytyczne: Dokładna masa oraz ciepło spalania wszystkich materiałów palnych w kontenerze BESS.
- Składniki analizy: Obudowy z tworzyw, izolacje okablowania oraz przede wszystkim palne komponenty elektrolitu ogniw.

2. Algorytm obliczeniowy (zgodnie z rozp. MSWiA)

Gęstość obciążenia ogniowego Q_d określa wzór:

$$Q_d = \sum_{i=1}^{i=n}(Q_{ci} * G_i) / F \quad [MJ/m^2]$$

gdzie:

n – liczba rodzajów materiałów palnych znajdujących się w strefie pożarowej

Q_{ci} – ciepło spalania (wartość opałowa) materiałów [MJ/kg]

G_i masa poszczególnych materiałów [kg]

F – powierzchnia strefy [m^2]



3. Skutki braku danych od producenta i obliczeń inżynierskich

- Brak precyzyjnych danych zmusza rzeczoznawcę lub PSP do szacowania ryzyka "z góry.
- Konsekwencja: przyjęcie Q_d na poziomie > 4 000 MJ/m² (automatycznie wymusza najwyższą klasę odporności pożarowej „A” i drastycznie podnosi koszty inwestycji).

Klasyfikacja pożarowa BESS (scenariusz budynku PM)

1. **Zastosowanie**: Wymagania dotyczą sytuacji, gdy jedna z sekcji BESS zostaje zakwalifikowana jako budynek produkcyjno-magazynowy (PM).

2. **Klasa odporności budynku**: Dążenie do klasy C lub D (optymalizacja kosztowa).
Dla Q_d > 1000MJ/m^2 najniższa dopuszczalna klasa to D (klasa E jest prawnie zabroniona).

3. **Maksymalne dopuszczalne powierzchnie stref pożarowych zagrożonych wybuchem [m²]:**

Gęstość obciążenia ogniwowego Q_d	Dla zabudowy parterowej	Dla zabudowy wielokondygnacyjnej
do 500 MJ/m²	8 000 m²	4 000 m²
500 - 1000 MJ/m²	5 000 m²	2 500 m²
1000 - 2000 MJ/m²	3 500 m²	1 750 m²
2000 - 4000 MJ/m²	2 000 m²	niedopuszczalne
Ponad 4000 MJ/m²	niedopuszczalne	niedopuszczalne

4. **Inżynierskie wyjście z progów „niedopuszczalne" przez:** wentylację awaryjną, segmentację pożarową na mniejsze sekcje oddzielone ścianami REI120, stosowanie klasyfikacji alternatywnej BESS

Odległości BESS od dróg i infrastruktury liniowej

1. Separacja od zewnętrznej infrastruktury drogowej zgodnie z ustawą o drogach publicznych art. 43 :

Klasa drogi publicznej	Teren zabudowany (miasto/wieś)	Teren poza zabudową
Gminna	min. 6 m	min. 15 m
Wojewódzka / Powiatowa	min. 8 m	min. 20 m
Krajowa	min. 10 m	min. 25 m
Ekspresowa	min. 20 m	min. 40 m
Autostrada	min. 30 m	min. 50 m

2. Odległości bezpieczeństwa termicznego i przeciwwybuchowego od infrastruktury zgodnie z WT i MSWiA:

	Odległości od dróg publicznych	Odległości pożarowe (GOO)
Podstawa prawna	Ustawa o drogach publicznych	Warunki Techniczne (WT) / MSWiA / standardy jak NFPA 855
Punkt odniesienia	Krawędź jezdni	Granica działki, sąsiednie budynki, lasy
Wpływ technologii	Brak (nie zależy od wielkości BESS ani zabezpieczeń, ani GOO)	Zmienny (zależy od testów UL 9540A, detekcji i systemów gaszenia)



Odległości BESS od gruntów leśnych

3. Separacja od gruntów leśnych (Grunt Ls) – Macierz zależności prawno-technicznych

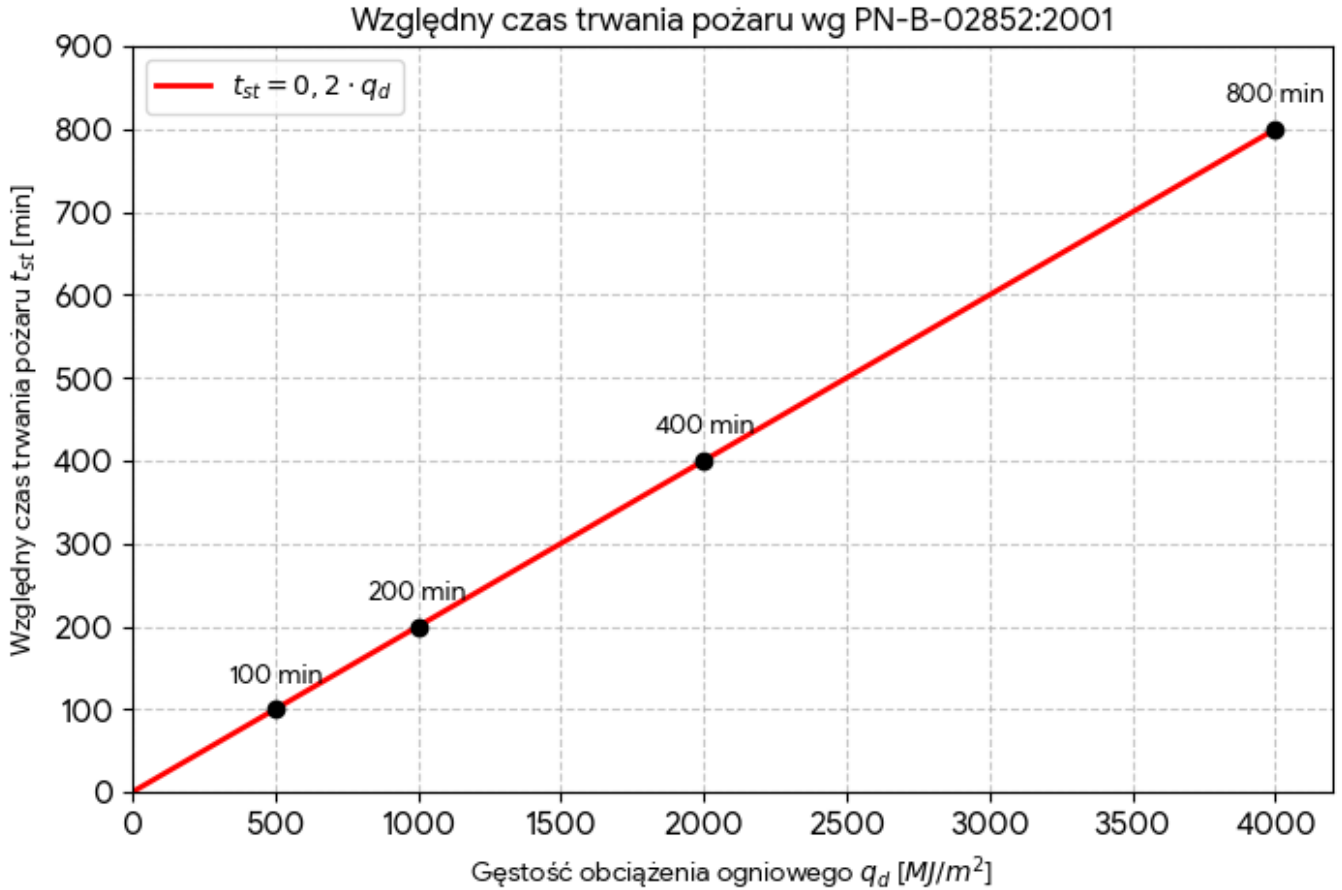
Klasyfikacja obiektu	Q_d<1000 MJ/m²	1000 < Q_d< 4000 MJ/m²	Q_d > 4000 MJ/m²	Podstawa / Metodyka
Urządzenie techniczne → cel projektowy	• min. 20,0 m (wyjściowo jako analogia prawna do odległości dla budynków z § 271 ust. 8 Warunków Technicznych) • redukcja do 10,0 m (po analizie radiacji pożaru na podstawie badań UL 9540A lub CFD).	min. 20,0 m – 30,0 m wynik na podstawie symulacji z UL9540A i CFD	min. 30,0 m podejście bezpieczne zgodne z NFPA 855	Inżynieria pożarowa. Kryterium radiacji: max 12–15 kW/m² na skraju lasu, dane z testów UL 9540A.
Budynek PM (tradycyjna)	min. 20,0 m	min. 30m (bazowa + 50%)	40 m (bazowa + 100%)	§ 271 ust. 8 WT (sztywne progi ustawowe)
Składowisko otwarte (najgorszy scenariusz)	min. 30,0 m	min. 30,0 m	min. 30,0 m	Rozporządzenie MSWiA (Sztywny rygor pożarowy)



Czas trwania akcji pożarniczej

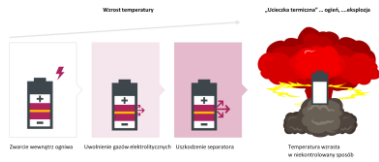
Czas akcji pożarniczej określa się na podstawie normy PN-B-02852:2001 (Ochrona przeciwpożarowa budynków - Obliczanie gęstości obciążenia ogniowego oraz wyznaczanie względnego czasu trwania pożaru).

Wzór : t_{st} [min] = 0,2 * Q_d , gdzie: t_{st} [min] – względny czas trwania pożaru , Q_d - Gęstość Obciążenia Ogniowego



t_{st} określa wymóg czasu, przez który konstrukcja obiektu oraz urządzenia gaśnicze muszą stawić opór pożarowi, zanim ulegną zniszczeniu lub wyczerpaniu.

• Uwarunkowanie MSWiA: obliczony czas modyfikują ustawowe „widełki” – wynik projektowy nie może być krótszy niż 2 godziny i dłuższy niż 4 godziny.



Redukcja czasu pożaru a nowoczesne technologie

1. **Klasyczne współczynniki redukcyjne (Pkt 4.2 normy):**

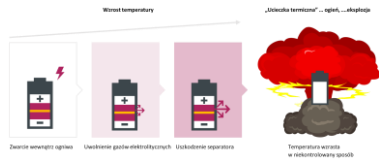
- 0,5 – dla stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych (SUG) wodnych.
- 0,7 – dla automatycznych systemów odprowadzania dymu i ciepła.

2. **Inżynierska adaptacja do systemów BESS:**

- Norma z 2001 r. uwzględnia jedynie tryskacze/zraszacze wodne bo nie było innych rozwiązań.
- Współczesny stan wiedzy technicznej (NFPA 855 / IEC 62933) nakazuje stosowanie systemów dedykowanych dla chemii ogniw.
- Równoważność technologiczna: SUG gazowe lub aerozolowe w szczelnym kontenerze BESS pełnią identyczną funkcję operacyjną – tłumią pożar w zarodku.

3. **Praktyka rzeczoznawcy (SUG gazowy / aerozolowy)**:

- Efekt: Faza pożaru rozwiniętego zostaje drastycznie skrócona.
- Procedura: Rozwiązania zamienne (art. 6a ustawy o ochronie p.poż.).
- Wynik: Zastosowanie współczynnika redukcyjnego 0,5 .



Interpretacja czasu trwania pożaru BESS (LFP)

Paradoks normy PN-B-02852:2001: Obliczeniowy czas pożaru to fikcja prawna.

Fizyka zjawiska: Brak autooksydacji (katoda nie uwalnia tlenu). Pożar ma charakter pełzający (moduł po module), a ucieczka termiczna i żarzenie mogą trwać od 24 do 72 godzin, dla obiektów wielkoskalowych znacznie dłużej.

Systemy zatrzymujące kaskadową propagację pożaru:

1. Zewnętrzne przyłącza ppoż. (sucha rura) / wtrysk punktowy: umożliwia bezpośrednie chłodzenie wnętrza kontenera bez jego otwierania.
2. Interwencyjne chłodzenie cieczowe (Liquid Cooling): wykorzystanie układu glikolowego do odprowadzania ciepła z sąsiednich sekcji.
3. BMS + bezpieczniki pirotechniczne (pyrofuses): natychmiastowe odcięcie galwaniczne uszkodzonych modłów / stringów i eliminacja prądów zwarciowych.



Klasyfikacja Ścian Oddzielenia Pożarowego

W systemie klasyfikacji ogniowej w Polsce i Europie (wg. normy PN-EN 13501) stosowane są klasy ścian oddzielenia pożarowego: 30 min., 60 min. , 120 min. 180min., 240 min.

W przepisach p.poż rozróżniamy dwa podejścia: obliczeniowe (fizyczne) oraz przepisowe (prawne). Przykładowo dla GOO (Q_d) mamy 1000 MJ/m^2 to wyliczony czas trwania pożaru to 200 minut.

Jednak na podstawie § 212 ust.4 MSWiA mamy klasyfikację, która zwiększa odporność ścian, która wynosi:

Gęstość energii (Q_d)	Klasa budynku	Klasa ściany (REI / EI)
do 500 MJ/m²	Klasa D	60
500 - 1000 MJ/m²	Klasa C	120
1000 - 4000 MJ/m²	Klasa B	240
powyżej 4000 MJ/m²	Klasa A	240

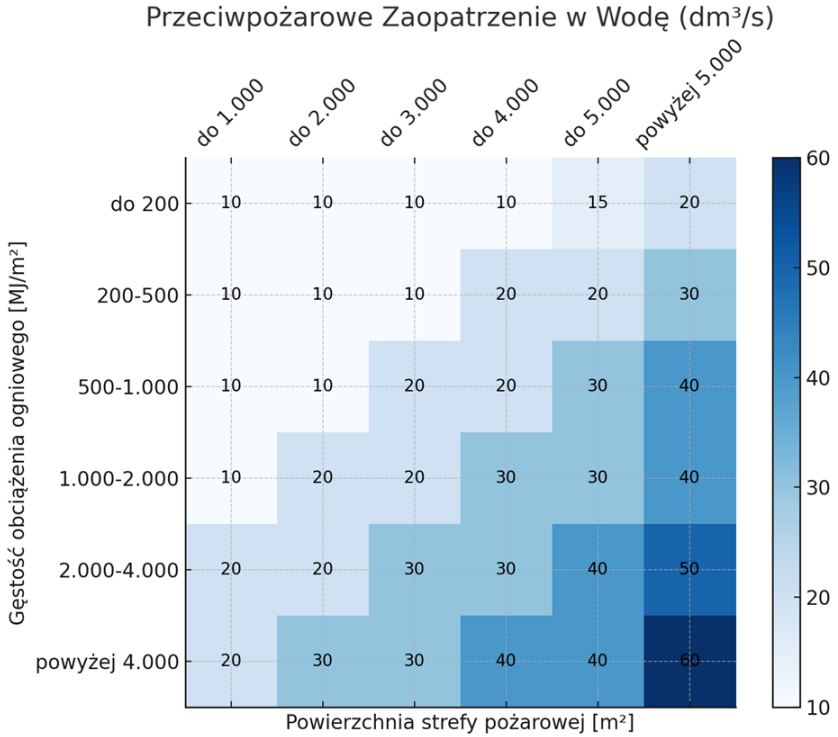


Zapotrzebowania na wodę na potrzeby akcji pożarowej.

Rozporządzenie MSWiA z dnia 24 lipca 2009 r. dot. przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (Dz.U. 2009 nr 124 poz. 1030)

1. **Zgodnie z §3 ust. 1 zapewnienie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę do zewnętrznego gaszenia pożaru nie jest wymagane:**

- jednostek osadniczych o liczbie mieszkańców do 100 osób, niewchodzących w skład miasta;
- budynków produkcyjnych i magazynowych (PM) o gęstości obciążenia ogniowego nieprzekraczającej 500 MJ/m² i powierzchni strefy pożarowej do 1000 m²;
- budynków/ budowli innych niż PM (np. użyteczności publicznej, zamieszkania zbiorowego), w których nie występuje strefa pożarowa o powierzchni przekraczającej 1000 m².



* Dla garaży nie więcej niż 20 dm³/s.

2. **Redukcja wymagań zapotrzebowania na wodę:**

- SUG wodny tryskaczowy/zraszaczowi: redukcja o 50%
- SUG pianowy: redukcja o 75%

Zapotrzebowanie na wodę dla jednostek osadniczych (miast, wsi) na podstawie liczby mieszkańców

Liczba mieszkańców jednostki osadniczej	Wydajność wodociągu [dm³/s]	Równoważny zapas wody w zbiorniku [m³]
do 2.000	5	50
2.001 ÷ 5.000	10	100
5.001 ÷ 10.000	15	150
10.001 ÷ 25.000	20	200
25.001 ÷ 100.000	40	400
ponad 100.000	60	600

* Dane zgodnie z przepisami



Zapotrzebowanie na wodę ppoż. – strategia i wytyczne projektowe

Cel główny: zwolnienie inwestora z budowy zbiornika ppoż. lub sieci wodnej.

1. Dwie ścieżki do osiągniecia celu i optymalizacji projektu:

• Ścieżka formalna: udowodnienie, że obiekt nie podlega pod rygory dla budynków magazynowych (PM).

• Ścieżka techniczna: przygotowanie „Ekspertyzy Stanu Bezpieczeństwa Pożarowego" z rozwiązaniami zamiennymi.

2. Wytyczne projektowe (PZT i Opis PPoż):

• Klasyfikacja (Art. 3 pkt 3 PB): Wyłącznie jako „wolnostojące, bezobsługowe urządzenie technologiczne".

• Unikać określeń magazyn, budowla PM, składowisko otwarte.

• Argumentacja prawna: Brak kubatury logistycznej, brak personelu, funkcja czysto procesowa.

3. Dostęp operacyjny dla Straży Pożarnej:

• Nośność terenu: Utwardzony dojazd o parametrach drogi pożarowej (nacisk min. 150 kN).

• Bliskość operacyjna: gaszenie bezpośrednio przy kontenerze, pozwoli na rezygnację ze sztywnych wymagań sieciowych.



Zapotrzebowanie na wodę ppoż. – technologia zamiast zbiornika

Standardowo PSP może wymagać zbiornika wodnego na terenie instalacji lub hydrantu zewnętrznego w odległości do 75 m.

Cel: Zwolnienie z wymogu budowy zbiornika wodnego (BESS jako urządzenie techniczne – art. 3 pkt 3 Pr. Bud.).

1. Prewencja i ochrona aktywna (zatrzymanie pożaru), możemy to osiągnąć przez:

- Detekcje Off-gassing + Systemy tłumienia: Gaszenie zanim pojawi się płomień.
- BMS + Pyrofuses + Liquid Cooling: aktywne chłodzenie cieczowe i odcięcie sekcji.
- Testy UL 9540A: Inżynieryjny dowód na brak propagacji termicznej w danej technologii.

2. Rozwiązanie zamienne (zamiast sieci hydrantowej i zbiorników)

- Instalacja Dry Pipe: Suchy pion w kontenerze zasilany wyłącznie z wozu strażackiego.
- Zapas wody z wozu (ok. 5 000 l): Ilość w pełni wystarczająca do punktowego schłodzenia i zatrzymania propagacji (zamiast gaszenia całego obiektu).



Zapotrzebowanie na wodę ppoż. – (wariant klasyczny)

W przypadku konieczności zapewnienia wody na potrzeby akcji pożarowej zrealizujemy to przez:

1. **Hydranty zewnętrzne (w promieniu 75 m).**

- Wymagany montaż nadziemny (min. DN80).
- Dopuszczalne sumowanie wydajności z max. 2 hydrantów.

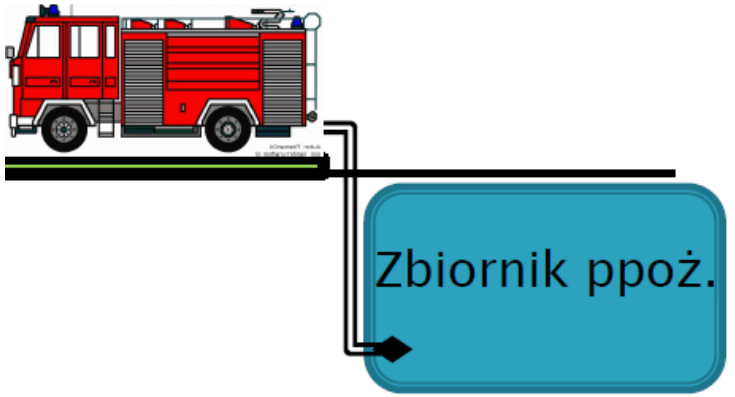
2. **Zbiornik przeciwpożarowy:** w przypadku braku hydrantów wymaganej wydajności, należy zapewnić zapas wody ze zbiornika ppoż. (iloczyn wymaganej wydajności i normatywnego czasu trwania pożaru).

3. **Przykład obliczeniowy dla kontenera BESS:**

- Gęstość obciążenia ogniowego (Q_d) < 1 000 MJ/m².
- Zapotrzebowanie na wodę: 10 dm³/s (dla strefy PM do 2000 m²).
- Czas zapewnienia wody: np. 2 godziny (zgodnie z przepisami MSWiA oraz PN-B-02852).
- Obliczenie objętości: 10 dm^3/s * 2h * 3600 s/h = 72 000 dm^3 = 72 m^3

4. **Infrastruktura techniczna zbiornika (Wymogi PSP):**

- Utwardzone stanowisko czerpania wody przy drodze pożarowej.
- Wyposażenie w nasady ssawne Storz (standard dla wozów PSP).
- Zapewnione uzupełnienie zapasu wody po akcji gaśniczej.



Wnioski



Ryzyko: formalizm i brak wiedzy

1. **Pułapka skrajności:** brak kompetencji na rynku rodzi systemy oraz wymogi zabezpieczeń pożarowych niedoszacowane (groźne) lub nadmiernie drogie (nieekonomiczne).
2. **Efekt braku danych:** brak wyliczeń (np. Q_d) i odpowiednich analiz zmusi PSP do przyjęcia najczarniejszego scenariusza.

Sukces: Świadoma inżynieria

3. **Zrozumienie, nie ślepe paragrafy:** przepisy trzeba spełnić, ale ze zrozumieniem technologii.
4. **Dokumentacja to gwarant:** rzetelna analiza scenariusz i strategia ppoż. to klucz do szybkich odbiorów i odpowiednich decyzji .

Dziękuję za uwagę



Jacek Świątek



Podsumowanie – wnioski nieformalne:

- **Mitem jest, że przepisów ppoż. dla BESS w Polsce nie ma -** istnieją, ale są rozproszone w wielu dokumentach (krajowych i międzynarodowych). Kluczem jest umiejętność prawidłowego ich scalania, interpretacji i korelacji.
- **Jednolite przepisy ppoż. dla wszystkich magazynów energii to utopia:** Charakterystyka pożarowa chemii NMC, LFP czy baterii sodowych jest różna. Ustawodawca nie powinien próbować wrzucić ich do jednego „worka” regulacji. Przepisy powinny być elastyczne, oparte na analizie technologii i ryzyka.