



CNBOP-PIB

Raport z III Międzynarodowej Konferencji Naukowej

Bezpieczeństwo pożarowe instalacji fotowoltaicznych, magazynów energii, pojazdów elektrycznych ich punktów i stacji ładowania, rozwiązań inteligentnego domu



Patronat:



CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE
OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ
im. Józefa Tuliszkowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
ul. Nadwiślańska 213, 05-420 Józefów

— TWÓJ PARTNER W
BEZPIECZEŃSTWIE



Opracował:

mgr inż. Michał Pietrzak
st. bryg. dr hab. inż. Jacek Zboina

Korekta:

Dział Wydawnictw i Promocji CNBOP-PIB

© Copyright by Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszowskiego
Państwowy Instytut Badawczy

© Żadna część niniejszego raportu nie może być przedrukowywana lub kopiowana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Dyrektora Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowego Instytutu Badawczego

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszowskiego
Państwowy Instytut Badawczy
05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213
tel. (22) 76 93 300
www.cnbop.pl
e-mail: cnbop@cnbop.pl

Grudzień 2024, Józefów

Spis treści

1.	Informacje ogólne.....	4
2.	Cel konferencji.....	5
3.	Dotychczasowe doświadczenia	6
4.	Przebieg konferencji	7
4.1.	Sesja pierwsza – Lekcje z przeszłości.....	7
4.2.	Sesja druga – Spojrzenie do przyszłości	7
4.2.1.	Bezpieczeństwo nowych technologii	8
4.2.2.	Przyszłość magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym.....	9
4.2.3.	Robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej.....	9
4.2.4.	Domowy magazyn energii i stacja ładowania a bezpieczeństwo pożarowe	10
4.3.	Sesja trzecia – Tu i teraz dla bezpiecznej przyszłości (panel dyskusyjny).....	11
4.3.1.	Panel dyskusyjny.....	12
4.4.	Sesja czwarta – Wystąpienia partnerów i dyskusja.....	22
4.4.1.	Informacja o opracowywanych Wytycznych w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowej magazynów energii.....	22
4.4.2.	Safe energy storage concepts in urban areas – SEKUR.....	23
4.4.3.	Polska technologia gaszenia baterii litowo-jonowych: Bezpieczeństwo pożarowe zielonej transformacji.....	24
4.4.4.	Masowe zastosowanie domowych magazynów energii – trendy i potrzeby w zakresie detekcji stanów awaryjnych i pożaru	25
4.4.5.	Miejscowe systemy gaśnicze typu iSprink – studia przypadku	26
4.4.6.	Baterie i magazyny energii elektrycznej, w kontekście bezpieczeństwa pożarowego	26
4.5.	Tezy i wnioski	27
4.6.	Zakończenie i podsumowanie konferencji.....	28

1. Informacje ogólne

Organizator: Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwopozarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB) w Józefowie.

Współorganizatorzy:

- ❖ Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie (IFR) der Feuerwehr Dortmund
- ❖ European Fire Safety Alliance
- ❖ Akademia Pożarnicza
- ❖ Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej
- ❖ Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego
- ❖ Komenda Wojewódzka Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie
- ❖ Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Otwocku
- ❖ Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu
- ❖ PZU LAB SA
- ❖ Ogólnopolskie Stowarzyszenie Producentów Zabezpieczeń Przeciwopozarowych i Sprzętu Ratowniczego
- ❖ Stowarzyszenie Polska Izba Magazynowania Energii PIME
- ❖ Polskie Stowarzyszenie Nowej Mobilności
- ❖ Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii
- ❖ Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa

Patronat honorowy: Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej.

Data konferencji: 28 listopada 2024 roku.

Skład komitetu naukowego: prof. dr hab. Bernard WIŚNIEWSKI, prof. dr hab. Robert SOCHA, prof. dr hab. Katarzyna CHRUZIK, dr hab. Maria ZIELECKA, prof. instytutu (CNBOP-PIB), dr hab. Andrzej CZUPRYŃSKI, prof. AWSB, dr hab. Zdzisława DACKO-PIKIEWICZ, prof. AWSB, dr Karol KUJAWA, prof. AWSB, dr hab. Paweł LUBIEWSKI, prof. AWSB, dr hab. Tomasz SAFJANSKI, prof. AWSB, dr hab. Jarosław STRUNIAWSKI, dr hab. inż. Norbert GRZESIK, prof. WAT, nadbryg. dr inż. Mariusz FELTYNOWSKI, st. bryg. dr inż. Tomasz KLIMCZAK prof. uczelni (Apoż), st. bryg. dr hab. inż. Adam KRASUSKI prof. uczelni (Apoż), dr inż. Sylwia PRATZLER-WANCZURA, st. bryg. dr inż. Paweł JANIK, dr inż. Waldemar JASKÓŁOWSKI, dr inż. Jacek ROGUSKI, prof. instytutu (CNBOP-PIB), dr Monika WYSZOMIRSKA, dr inż. Michał CHMIEL, dr inż. Tomasz POPIELARCZYK, dr inż. Jarosław TĘPIŃSKI, ppłk dr inż. Michał JASZTAL, st. bryg. mgr inż. Daniel MAŁOZIĘĆ, st. bryg. mgr inż. Michał GIGOŁA, st. bryg. mgr inż. Andrzej ZAJĄCZKOWSKI, st. bryg. w st. sp. mgr inż. Krzysztof BISKUP, mł. bryg. mgr inż. Wojciech KLAPSA, mgr inż. Michał PIETRZAK, mgr Marta IWAŃSKA, nadbryg. Artur GONERA, kpt. Grzegorz TRZECIAK, Krzysztof DĄBROWSKI, Maciej MAZUR.

Przewodniczący komitetu naukowego: st. bryg. dr hab. inż. Jacek ZBOINA.

Skład komitetu organizacyjnego: dr inż. Jacek Roguski, prof. instytutu (CNBOP-PIB), dr inż. Jarosław TĘPIŃSKI, dr inż. Tomasz POPIELARCZYK, dr inż. Michał CHMIEL, mgr Monika Szymczak, mgr Anna GOŁĄB, mgr Dorota GAJOWNIK, mgr Katarzyna SZULEJEWSKA, mgr Elżbieta MUSZYŃSKA-POŁEĆ, mgr Marta IWAŃSKA, mgr inż. Michał PIETRZAK.

Przewodniczący komitetu organizacyjnego: mgr Ilona MASNA.

2. Cel konferencji

Konferencja w zamyśle jej organizatorów i partnerów jest cyklicznym miejscem prezentacji i upowszechniania wyników badań, aktualnych informacji, przeglądu wiedzy i rozwiązań. Służy wymianie poglądów i doświadczeń różnych środowisk zainteresowanych bezpieczeństwem pożarowym w zakresie coraz częściej stosowanych technologii, takich jak instalacje fotowoltaiczne, magazyny energii, pojazdy elektryczne razem z punktami i stacjami ich ładowania oraz innych określanymi jako rozwiązania inteligentnego domu. Konferencja adresowana jest do producentów, projektantów i instalatorów baterii elektrycznych, funkcjonariuszy i pracowników cywilnych PSP, specjalistów i rzeczoznawców do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, zarządców, użytkowników i właścicieli obiektów budowlanych, a także innych osób zainteresowanych powyższą problematyką.

Okolicznościami skłaniającymi do podjęcia przedmiotowego tematu konferencji były dotychczasowe doświadczenia, badania i ich wyniki, oferowane nowe rozwiązania techniczne i technologie, rosnąca liczba obiektów wyposażonych w instalacje PV, magazyny energii i stacje ładowania, dane statystyczne zdarzeń z udziałem instalacji PV, magazynów energii, punktów ładowania pojazdów elektrycznych, w tym wyzwania dla ochrony przeciwpożarowej związane z coraz powszechniejszym ich stosowaniem. Dodatkowo do rozwoju tego obszaru przyczyniają się prowadzone badania i wykonywane prognozy, a także doświadczenia i rozwiązania w tym zakresie w innych państwach.

Za nami już dwie konferencje w cyklu – poświęcone kolejno bezpieczeństwu nowych technologii i doskonaleniu technologii ratowniczych. Konferencje BNT to jeden z istotnych elementów pracy Instytutu z Partnerami nad bezpieczeństwem nowych technologii. W ich trakcie informujemy m.in. o wynikach projektów, badań, publikacjach, nowych rozwiązaniach, projektach i wdrożeniach, ale przede wszystkim jest to miejsce dyskusji o bezpieczeństwie i wykorzystaniu nowych technologii. Podczas I i II Międzynarodowej Konferencji Naukowej BNT prezentowaliśmy wyniki projektu samodzielnie finansowanego przez CNBOP-PIB, dotyczącego zastosowania nowych i nowatorskich technicznych systemów zabezpieczeń do ochrony przeciwpożarowej nowych technologii. Obecnie rozwijamy projekt, pozostając otwarci na współpracę z partnerami technologicznymi i producentami technicznych systemów zabezpieczeń. Kontynuując tematykę podczas konferencji BNT III, przedstawiono nasze nowe wyniki prac i działań w ramach Centrum Nowych Technologii w CNBOP-PIB. Łączy ono liczne aktywności Instytutu w zakresie badań naukowych, prac wdrożeniowych, poszerzania możliwości badawczych, prac analitycznych i strategii rozwojowych w zakresie ochrony przeciwpożarowej.

Podsumowanie, najważniejsze wnioski i konkluzje ze wszystkich konferencji BNT publikowane są dodatkowo w raportach po konferencji.

3. Dotychczasowe doświadczenia

Problematyka bezpieczeństwa pożarowego instalacji fotowoltaicznych w badaniach i pracach CNBOP-PIB nie jest zagadnieniem nowym. W 2021 r. Instytut opublikował w dostępie otwartym pozycje tematyczne w tym zakresie, między innymi: *Wybrane zagadnienia użytkowe i bezpieczeństwa w instalacjach fotowoltaicznych*, a także *Ocena ryzyka pożarowego w instalacjach fotowoltaicznych. Określenie koncepcji bezpieczeństwa w celu minimalizacji ryzyka*. W 2024 r. wydane zostały także wytyczne w zakresie ochrony przeciwpożarowej garaży w obiektach budowlanych, przeznaczonych do ładowania samochodów elektrycznych i hybrydowych plug-in. Przedmiotowe wytyczne w poszczególnych rozdziałach zawierają odpowiednio: podstawowe, najważniejsze definicje, skróty i symbole, podstawy formalne, dokumenty związane z omawianym obszarem i kluczowe wyniki badań, zbiorów wymagań i rekomendacji w zakresie stosowanych wyrobów, projektowania, wykonywania i eksploatacji instalacji elektrycznych, charakterystykę miejsc w obiektach budowlanych przeznaczonych do ładowania samochodów elektrycznych i hybrydowych plug-in.

W CNBOP PIB powstały także stanowiska badawcze pozwalające na potwierdzanie (badania) funkcjonalności wyrobów (elementów instalacji PV) istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pożarowego i bezpieczeństwa ekip ratowniczych, takich jak:

- ❖ wykrywanie łuku elektrycznego i przerywanie zwarcia łukowego w obwodach DC instalacji PV oraz sygnalizacji alarmowej,
- ❖ rozłączanie zasilania PV i sygnalizacja stanów pracy instalacji PV dla ekip ratowniczych.

Stanowiska te umożliwiają badania i testy funkcjonalne różnych konfiguracji instalacji PV w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, zgodności z warunkami ochrony przeciwpożarowej, bezpieczeństwa ekip ratowniczych. Służą one także upowszechnianiu wiedzy, dydaktyce i szkoleniom, w tym wypracowaniu wzorcowej dokumentacji projektowej instalacji PV dla obiektów budowlanych, opracowaniu standardów technicznych dotyczących ochrony przeciwpożarowej, takich jak: wytyczne, wymagania dla wyrobów, metody badań itp.

Niezależnie CNBOP-PIB prowadzi – samodzielnie, jak i z partnerami technologicznymi – liczne inne działania, badania i prace, których wyniki i uzyskane doświadczenia upoważniają do formułowania wniosków, definiowania zagrożeń, oceny ich ryzyka, określania potrzeb i wymagań w zakresie ochrony przeciwpożarowej, a także ich upowszechniania. Prowadzone od kilku lat w Instytucie badania baterii pojazdów elektrycznych dostarczyły określonych doświadczeń, wiedzy i wyników dla różnych wyrobów. Prace te w ostatnim czasie zostały rozszerzone o techniczne systemy zabezpieczeń dedykowane detekcji i kontroli pożaru w punktach ładowania pojazdów elektrycznych, a także sprzętu i wyposażenia przeznaczonego do prowadzenia działań ratowniczych podczas zdarzeń z udziałem pojazdów elektrycznych.

Badania i uzyskane doświadczenie w powiązaniu ze współpracą z PSP i partnerami technologicznymi dodatkowo przyczyniły się do opracowania w 2023 roku poradnika dla ratowników pt. *Prowadzenie działań ratowniczych podczas*

zdarzeń z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym oraz przygotowania i realizacji dedykowanego szkolenia w zakresie prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych z udziałem pojazdów elektrycznych. Na początku 2025 roku wydana zostanie nowa publikacja poświęcona bezpieczeństwu napędów wodorowych w kontekście zagrożeń dla ratowników podczas działań ratowniczych.

4. Przebieg konferencji

Konferencja naukowa CNBOP-PIB została podzielona na cztery sesje, zatytułowane :

1. Lekcje z przeszłości,
2. Spojrzenie do przyszłości,
3. Tu i teraz dla bezpiecznej przyszłości,
4. Wystąpienia partnerów i dyskusja.

W ramach trzeciej sesji odbył się panel dyskusyjny, w trakcie którego rozmawiano o najważniejszych zagadnieniach dotyczących bezpieczeństwa baterii, modułów oraz pojazdów elektrycznych.

4.1. Sesja pierwsza – Lekcje z przeszłości

W trakcie pierwszej sesji Pan st. bryg. w st. spocz. mgr inż. Paweł Rochala przedstawił prelekcję pt. *Lekcje z przeszłości dla terażniejszości i przyszłości na podstawie nowej publikacji CNBOP-PIB pt. Józef Tuliszkowski. Człowiek, dzieło i jego rezonans*. W trakcie wystąpienia przybliżono informacje zawarte w publikacji poświęconej Józefowi Tuliszkowskiemu, stanowiącej obszerny i wyczerpujący materiał przedstawiający życiorys patrona CNBOP-PIB. Omówiono dorobek jednego z pionierów pożarnictwa w Polsce, która do dziś jest inspiracją i wzorem dla kolejnych pokoleń strażaków. Przedmiotowa publikacja dostępna jest do pobrania za darmo na stronie internetowej CNBOP-PIB w zakładce Wydawnictwo.

4.2. Sesja druga – Spojrzenie do przyszłości

W trakcie drugiej sesji moderowanej przez Panią dr hab. Marię Zielecką, prof. Instytutu, poruszone zostały następujące kwestie :

- 1) *Bezpieczeństwo nowych technologii – wyzwanie i zadanie* – prelekcja Pani dr Moniki Wyszomirskiej oraz Pana st. bryg. dr. hab. inż. Jacka Zboiny;
- 2) *Przyszłość magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym* – prelekcja Pani Barbary Adamskiej;
- 3) *Robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej* – prelekcja Pana mgr. inż. Pawła Bujnego oraz st. bryg. w st. sp. mgr. inż. Jana Kielina;
- 4) *Domowy magazyn energii i stacja ładowania a bezpieczeństwo pożarowe – studium przypadku* – prelekcja Pana Bartłomieja Derskiego.

4.2.1. Bezpieczeństwo nowych technologii

Wystąpienie rozpoczęło od podkreślenia, że prawo jest obszarem, bez którego nie funkcjonowałoby Państwo, a normy prawne stanowią fundament życia społecznego oraz działalności gospodarczej prowadzonej w każdej skali i na wszystkich obszarach. Omówiono wyzwania związane z bezpieczeństwem i prawem nowych technologii, szczególnie w kontekście dynamicznego rozwoju technologii, takich jak sztuczna inteligencja, chmura obliczeniowa, internet rzeczy, 5G czy nanotechnologie. W trakcie prelekcji skupiono się głównie na czterech obszarach:

1. **Nowe technologie a prawo** – tradycyjne rozumienie prawa, oparte na ustawodawstwie i konstytucji, nie zawsze wystarcza do regulacji nowych technologii. Konieczne jest opracowywanie elastycznych rozwiązań, w tym *soft law*, który obejmuje między innymi wiedzę ekspertów, wytyczne i standardy zamiast sztywnych przepisów.
2. **Nowe technologie a bezpieczeństwo** – z każdą nową technologią wiążą się nowe zagrożenia. Kluczowy jest proces identyfikacji zagrożeń, planowania środków ochrony, projektowania instalacji oraz ich eksploatacji, w celu zapewnienia bezpieczeństwa produktów, obiektów budowlanych, procesów technologicznych, użytkowników i ratowników. W zakresie bezpieczeństwa pożarowego branża nie może działać sama i musi współpracować z innymi branżami w celu stawiania czoła nowym wyzwaniom w tym obszarze.
3. **Nowe technologie a zaufanie** – bezpieczeństwo jest warunkiem koniecznym dla rozwoju każdej nowej technologii. Stwierdzono, że kluczowe jest zaufanie do nowych technologii – powinno być budowane poprzez transparentność w zakresie zagrożeń, ryzyk i działań ochronnych, poprzez realizację działań takich jak:
 - ❖ przekazywanie wiarygodnych informacji o zagrożeniach i ryzykach,
 - ❖ planowanie – tam gdzie to konieczne – zakresu ochrony, projektowanie środków ochrony, wykonywanie instalacji i wdrażanie rozwiązań, eksploatacja,
 - ❖ budowanie świadomości użytkowników, ratowników,
 - ❖ wdrażanie wymagań technicznych i certyfikacyjnych, których celem jest bezpieczeństwo produktów, bezpieczeństwo obiektów budowlanych, procesów technologicznych, bezpieczeństwo użytkowników oraz ratowników.

Podkreślono, że przed wprowadzeniem nowych technologii należy opracować i wdrożyć odpowiednie warunki bezpieczeństwa, a same technologie muszą być wspierane przez właściwe regulacje prawne. Wzrost znaczenia dokumentów technicznych oraz opinii ekspertów stanowi wyraz ewolucji w tworzeniu prawa dotyczącego nowych technologii. Dodatkowo, jak wskazują badania, obecność nowych technologii w naszym życiu budzi skrajne emocje, zarówno pozytywne, jak i negatywne, dlatego tak istotne staje się budowanie zaufania do tych technologii

poprzez zapewnienie funkcjonalności, bezpieczeństwa, środków ochrony prawnej oraz wszelkiego rodzaju wymagań w zakresie stosowania danej technologii.

4.2.2. Przyszłość magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym

Prezentacja Pani Barbary Adamskiej reprezentującej Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii dotyczyła przyszłości magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym w Polsce. Zidentyfikowano, że magazyny energii odgrywają kluczową rolę w transformacji polskiej energetyki oraz w budowie nowoczesnego, niskoemisyjnego systemu energetycznego. Podkreślono również to, że obecne regulacje prawne w Polsce nie są wystarczająco rozwinięte, aby w pełni wdrożyć modele biznesowe związane z magazynami energii. Zwrócono uwagę, że jest to dynamicznie rozwijający się obszar – przewiduje się, że w 2024 r. na świecie zostaną zainstalowane magazyny bateryjne o mocy 67 GW / 155 GWh, co stanowi wzrost o 130% w porównaniu do poprzedniego roku. Dodatkowo szacuje się, że na koniec dekady moc zainstalowana w magazynach bateryjnych wyniesie niemal 800 GW i ponad 2200 GWh. Przewidywania dotyczące rynku magazynów energii w Polsce wskazują na jego dalszy rozwój, który do 2040 r. ma przyczynić się do stworzenia 26 tys. nowych miejsc pracy, wzrostu produkcji krajowej o 69 miliardów złotych oraz przyrostu wartości dodanej o 33 miliardy złotych.

W trakcie prelekcji przedstawiono również obecnie dostępne programy dofinansowania dla magazynów energii stosowanych w Polsce:

- ❖ kogeneracja dla energetyki i przemysłu (nabór trwa),
- ❖ kogeneracja dla ciepłownictwa. Część 1 (II nabór – IV kw. 2024 r.),
- ❖ kogeneracja powiatowa (II nabór wniosków o dofinansowanie – IV kw. 2024 r.),
- ❖ OZE – źródło ciepła dla ciepłownictwa (nabór wniosków do 17.12.2024 r.),
- ❖ moja Elektrownia Wiatrowa,
- ❖ mój prąd 6.0,
- ❖ energia dla Wsi,
- ❖ magazyny energii elektrycznej i związana z nimi infrastruktura dla poprawy stabilności polskiej sieci elektroenergetycznej (trwają prace),
- ❖ program dotyczący finansowania magazynów ciepła (trwają prace).

4.2.3. Robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej

W trakcie pierwszej części prezentacji Pan mgr inż. Paweł Bujny przedstawił prelekcję dotyczącą zastosowania robotyki w ochronie przeciwpożarowej w kontekście nowoczesnych technologii, które będą odgrywać coraz bardziej znaczącą rolę w walce z pożarami i działaniach ratowniczych. Współczesna ochrona przeciwpożarowa stoi przed wieloma wyzwaniami, takimi jak zmiany klimatyczne, które prowadzą do wzrostu częstotliwości i intensywności pożarów, urbanizacja, która zwiększa gęstość zaludnienia i rozwój infrastruktury, oraz rozwój

nowych technologii i materiałów, który również powoduje zwiększenie ryzyka pożarów. W odpowiedzi na te wyzwania wykorzystanie nowoczesnych technologii, takich jak robotyka i sztuczna inteligencja, staje się niezbędne w skutecznym zarządzaniu sytuacjami kryzysowymi. Robotyka w ochronie przeciwpożarowej znajduje zastosowanie w różnych obszarach. Jako przykład przywołano roboty gaśnicze, które są wykorzystywane do gaszenia pożarów w niebezpiecznych warunkach, roboty ratownicze służące do poszukiwania osób uwięzionych, a także drony, które monitorują sytuację pożarową z powietrza. Przedstawiono również trzy obszary w zakresie występujących ograniczeń i wyzwań w kontekście stosowania omawianej technologii: kwestie wysokich kosztów zakupu i utrzymania, potrzeby zapewnienia niezawodności w krytycznych sytuacjach oraz dostosowania przepisów do nowych technologii.

W drugiej części prezentacji Pan st. bryg. w st. sp. mgr inż. Jan Kielin skoncentrował się na kwestiach związanych ze sztuczną inteligencją. W ochronie przeciwpożarowej jest ona wykorzystywana w systemach wczesnego wykrywania pożarów, prognozowania ich rozwoju oraz zarządzania ewakuacją. Sama sztuczna inteligencja została zdefiniowana jako zdolność maszyn do wykazywania ludzkich umiejętności, takich jak rozumowanie, uczenie się, planowanie i kreatywność. Dodatkowo, sztuczna inteligencja umożliwia systemom technicznym postrzeganie ich otoczenia, radzenie sobie z tym, co postrzegają i rozwiązywanie problemów, działając w kierunku osiągnięcia określonego celu. W trakcie prelekcji omówiono również kilka przykładów zastosowania SI w pożarnictwie:

- ❖ szybka analiza możliwych do zadysponowania w danym momencie sił i środków na potrzeby bieżących działań;
- ❖ szybkie dostarczanie informacji dotyczących obiektów objętych zdarzeniem, substancji niebezpiecznych itp. w celu ułatwienia podejmowania decyzji przez KDR;
- ❖ analiza dotychczasowych zdarzeń wg zadanych kryteriów na potrzeby planowania potrzeb ochrony przeciwpożarowej i profilaktyki pożarowej;
- ❖ generowanie wymagań ochrony przeciwpożarowej dla obiektów budowlanych o określonym przeznaczeniu – dotyczących warunków ewakuacji, oddymiania;
- ❖ internetowy system szkoleń kwalifikacyjnych i doskonalących dla ratowników KSRG.

4.2.4. Domowy magazyn energii i stacja ładowania a bezpieczeństwo pożarowe

Pan Bartłomiej Derski omówił kwestie związane z magazynowaniem energii elektrycznej, zwracając uwagę na rosnącą rolę odnawialnych źródeł energii oraz technologii związanych z magazynami energii w kontekście rynku energetycznego. Dodatkowo przedstawiono informacje o trendach w produkcji energii. W 2024 r. Polska osiągnęła najwyższy udział energii odnawialnej w historii. Duży wpływ na zwiększające się zainteresowanie tą technologią ma stały spadek cen baterii oraz wysokie ceny energii elektrycznej. Przedstawiono również dane w zakresie ilości zainstalowanych magazynów energii, które obrazują stały wzrost ich zastosowania (w Q1 2024 liczba instalacji wynosiła 10 197 sztuk, natomiast w Q2 2024 już 18 077 sztuk). W dalszej części prelekcji przedstawiono przykłady

zastosowania akumulatorów w mieszkaniach oraz stacji ładowania w garażu wielostanowiskowym wraz z identyfikacją zastosowanych zabezpieczeń przeciwpożarowych.

4.3. Sesja trzecia – Tu i teraz dla bezpiecznej przyszłości (panel dyskusyjny)

W trakcie trzeciej sesji moderowanej przez Pana dr. inż. Jarosława Tępińskiego, w trakcie panelu dyskusyjnego poruszone zostały następujące kwestie:

- 1) identyfikacja zagrożeń i ocena poziomu walidacji ryzyka powodowanego przez baterie elektryczne i magazyny energii,
- 2) przykłady zagrożeń, zdarzeń niebezpiecznych powodowanych przez baterie (materiały filmowe z komentarzem),
- 3) kluczowe czynniki wpływające na bezpieczeństwo użytkowania i przechowywania baterii elektrycznych, magazynów energii,
- 4) zabezpieczenia przeciwpożarowe, fizyczne i chemiczne na poziomie ogniw baterii,
- 5) urządzenia, pojazdy elektryczne i instalacje OZE wyposażone w baterie elektryczne jako potencjalne zagrożenie pożarem,
- 6) ocena bezpieczeństwa pożarowego modułów fotowoltaicznych (PV) i magazynów energii,
- 7) wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dla obiektów budowlanych, w których znajdują się baterie, magazyny energii elektrycznej,
- 8) prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych podczas zdarzeń z udziałem baterii elektrycznych oraz magazynów energii,
- 9) magazyny energii jako ważny element infrastruktury krytycznej,
- 10) kierunki rozwoju zabezpieczeń przeciwpożarowych w instalacjach magazynowania energii, prosumenckich oraz wielkoskalowych,
- 11) badania naukowe w zakresie wykorzystania baterii elektrycznych, PV i magazynów energii, sposobów ich zabezpieczenia i prowadzenia działań ratowniczych w przypadku ich awarii i pożarów,
- 12) bezpieczeństwo i wykorzystanie nowych technologii.

W panelu dyskusyjnym uczestniczyli:

- ❖ Pan Krzysztof Bukala, Polska Izba Magazynowania Energii;
- ❖ st. bryg. mgr inż. Michał Gigola, Komendant Powiatowy PSP w Otwocku;
- ❖ dr inż. Dariusz Gołębiowski, Prezes Zarządu PZU LAB SA;
- ❖ st. bryg. Robert Haponik, Komenda Wojewódzka PSP w Warszawie;
- ❖ st. bryg. dr inż. Paweł Janik, Dyrektor CNBOP-PIB;
- ❖ Pan Marcin Kobyłski, Polska Izba Magazynowania Energii;
- ❖ dr inż. Zenon Małkowski, Ogólnopolskie Stowarzyszenie Producentów Zabezpieczeń Przeciwpożarowych i Sprzętu Ratowniczego;

- ❖ st. bryg. w st. sp. Paweł Rochala;
- ❖ dr inż. Piotr Szczeciński, Polskie Stowarzyszenie Magazynów Energii;
- ❖ Pan Jan Wiśniewski, Dyrektor Centrum Badań i Analiz, Polskie Stowarzyszenie Nowej Mobilności;
- ❖ Pan Mieczysław Wrocławski, Wiceprezes Zarządu Polskiego Stowarzyszenia Magazynowania Energii.

4.3.1. Panel dyskusyjny

Panel dyskusyjny został podzielony na cztery moduły tematyczne. Pierwszy dotyczył *baterii elektrochemicznych, eksploatacji, bezpieczeństwa i środków gaśniczych*, drugi poświęcony został *pojazdom elektrycznym, bezpieczeństwu i prowadzeniu działań ratowniczo-gaśniczych oraz statystykom*, trzeci moduł poruszał kwestie *instalacji fotowoltaicznych, prewencji i działań ratowniczo-gaśniczych*. Podczas ostatniego modułu omawiano temat *magazynów energii elektrycznej*. Poniżej przedstawiono pytania oraz odpowiedzi uczestników panelu.

Pytanie 1:

Jaki jest skład baterii elektrochemicznych i czy może on stwarzać zagrożenia?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. w st. sp. Paweł Rochala.

Skład baterii elektrochemicznych jest na tyle różnorodny oraz zagrożenia są tak wielorakie, że za każdym razem dyskutuje się o innym rodzaju szkodliwości. Obecnie w zakresie zagrożeń dużo mówi się o wodorze, niemniej występuje jeszcze wiele innych metali ciężkich i lekkich, które są wykorzystane do budowy ogniw oraz stwarzają własne ryzyka, zwłaszcza, że są to metale bardzo reaktywne. Dodatkowo należy zdać sobie sprawę, że każdy akumulator to źródło metali, które mogą być paliwem, trucizną, materiałem mutagennym lub rakotwórczym. Przeniesienie takich czynników do naszych mieszkań powoduje, że w razie ich uwolnienia kształtują się nie tylko zagrożenia pożarowe, ale także zdrowotne i wybuchowe. W przypadku pożaru baterii wydzielają się gazy w ramach rozkładu termicznego ogniw, gdzie ulatnia się między innymi dużo wodoru, metanu, cyjanowodór, ale i wiele innych silnych substancji, jak np. bezwodniki kwasów i zasad, które w połączeniu z wodą zmieniają się w silne kwasy i zasady.

Pytanie 2:

Jakie typy i rodzaje baterii są bezpieczne?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił dr inż. Zenon Małkowski.

W obszarze magazynów energii głównym problemem do pokonania jest nieufność. Należy odpowiedzieć sobie na pytanie, czy my jako użytkownicy bylibyśmy gotowi magazyn energii włożyć pod własne łóżko? Prawdopodobnie nie znalazłaby się tak odważna osoba. W związku z tym, problem z magazynami energii jest bardziej złożony niż same kwestie odnoszące się do odporności ogniowych i zabezpieczeń przeciwpożarowych. W przypadku zdarzeń pożarowych należy się mierzyć z bardzo szybkim wzrostem temperatury i możliwym wybuchem. Każdy z obecnie stosowanych akumulatorów się pali, w związku z powyższym wybór, akumulatorów stosowanych w mieszkaniach, jest podstawowym aspektem zmierzającym do odbudowy zaufania użytkowników.

Pytanie 3:

W jaki sposób określić, czy wykorzystywane baterie są nadal sprawne i kto powinien weryfikować ich stan?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił dr inż. Zenon Małkowski.

Z poziomu prosumentów, których interesują małe magazyny energii, dobór akumulatorów powinien być bardzo świadomy. Należy rozważyć stosowanie akumulatorów o mniejszych pojemnościach, ale o większej pewności działania. Użytkowane magazyny energii powinny być przede wszystkim nadzorowane poprzez weryfikację wzrostu temperatury baterii wraz ze zdalną sygnalizacją, która umożliwiłaby możliwie wczesne określenie zachowania się i stanu magazynu energii (w razie nieprawidłowej pracy – przyp. red.). Niezależnie od powyższego podkreślono również znaczenie stosowania obudów przeciwpożarowych.

Pytanie 4:

Czy są dostępne urządzenia, które mają potwierdzoną zdolność wykrywania oparów elektrolitów baterii litowo-jonowych, które są w stanie zadziałać przed wystąpieniem zjawiska niestabilności termicznej?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Marcin Kobylski.

Na rynku już jest bardzo dużo rozwiązań, które zabezpieczają magazyny energii, między innymi tzw. BMS (*battery management system*). Generalnie wszystkie magazyny energii powinny być wyposażone we wszelkie dostępne środki zabezpieczające przed ucieczką jakichkolwiek elektrolitów. Należy się jednak zastanowić, czy dostępne są takie rozwiązania zabezpieczające w ochronie przeciwpożarowej. Większość z obecnie stosowanych środków zabezpieczających pochodzi z obszaru środków technicznych i elektronicznych, które z zasady działają, lecz nie wiadomo, czy są one odpowiednie w ochronie przeciwpożarowej np. do komunikacji z systemami przeciwpożarowymi. Niemniej istotne jest, aby zastosowane urządzenie przeciwpożarowe były w stanie wykryć opary elektrolitu jeszcze przed ucieczką termiczną, tak aby była szansa zarządzania ryzykiem i przedsięwzięcie środków zaradczych, aby do ucieczki termicznej nie doszło.

Pytanie 5:

Jak zapobiegać rozwojowi pożaru baterii litowo-jonowej przy zastosowaniu azotu?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Marcin Kobylski.

Na rynku dostępnych jest sporo rozwiązań do zapobiegania pożarom od różnych producentów. Jednym z nich jest zastosowanie azotu. Inertyzacja wydaje się świetnym rozwiązaniem dla wielkoskalowych magazynów energii. Niestety jest to również rozwiązanie ciężkie do wdrożenia z uwagi na sposób użytkowania chronionych przestrzeni oraz konieczność zapewnienia odpowiedniego poziomu gazu. Aby zniwelować problemy związane z utrzymaniem systemu, można wykorzystać metody pozwalające na wczesne wykrycie zagrożenia w celu rozpoczęcia inertyzacji tuż przed zdarzeniem, bez konieczności jej ciągłego utrzymywania w sytuacji poprawnego działania urządzenia. Niezależnie od powyższego, azot jest świetnym rozwiązaniem zabezpieczającym z uwagi na trzy główne aspekty, tj. właściwości azotu pod kątem jego obojętności (nie wchodzi w żadne reakcje chemiczne jest naturalny i bezpieczny dla ludzi), jego ekologiczność (Eko) oraz ekonomiczność (cena i dostępność).

Pytanie 6:

Jakie są środki gaśnicze do skutecznego gaszenia pożarów baterii, które zatrzymują zachodzące reakcje chemiczne?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. w st. sp. Paweł Rochala.

Aby przerwać reakcję rozbiegania termicznego, należy zapobiec zapalaniu kolejnych substancji, które mają coraz wyższe temperatury zapalenia i są zapalane w tym łańcuchu zdarzeń. W przedmiotowym przypadku nie można mówić co prawda o gaszeniu, niemniej jeśli odpowiednio szybko przeprowadzi się chłodzenie, można zapobiec wielu zdarzeniom – wychładzanie pozostałych elementów obniża ryzyko ich zapalenia. Niezależnie od procesu wychładzania można stwierdzić, że inertyzacja również jest bardzo dobrym rozwiązaniem zabezpieczającym. Należy zdać sobie sprawę, że pożar zazwyczaj zaczyna się od awarii jednego ogniwa, a nie całej baterii, więc jeśli otoczenie będzie w stanie wchłonąć energię tego jednego uszkodzonego ogniwa, ale nie podniesie temperatury powyżej temperatury rozbiegania termicznego pobliskich ogniw, to teoretycznie nic się nie powinno stać. Aby tak się działo, obudowy muszą być znacznie solidniejsze. Niezwykle istotna jest także odpowiednio wykonana wentylacja oraz zastosowanie oddzielenia pożarowego od reszty budynku i innych pomieszczeń.

W kontekście dedykowanych środków gaśniczych poza stosowaną wodą nie ma w zasadzie innych rozwiązań.

Pytanie 7:

Czy pożary samochodów elektrycznych stanowią większy problem niż pożary samochodów spalinowych?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. mgr inż. Michał Gigoła.

W kwestii pożarów samochodów elektrycznych w porównaniu do pojazdów spalinowych to jest naprawdę nieduży procent zdarzeń, więc skala jest niewielka. Biorąc pod uwagę statystyki pożarów z powiatu otwockiego, w ostatnich trzech latach miało miejsce tylko jedno zdarzenie z udziałem samochodu o napędzie hybrydowym.

Pytanie 8:

Jaki jest przebieg prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych w przypadku pożarów samochodów elektrycznych?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. mgr inż. Michał Gigoła.

W Państwowej Straży Pożarnej zostały opracowane stosowne procedury, jeżeli chodzi o prowadzenie akcji ratowniczo-gaśniczych związanych ze zdarzeniami z udziałem pojazdów o napędzie elektrycznym lub hybrydowym. Procedury te są dosyć często aktualizowane i na ich podstawie odbywają się szkolenia dla strażaków oraz prowadzone są zajęcia doskonalące z udziałem strażaków PSP, jak i OSP. W zakresie samych działań, w przypadku pożaru takich pojazdów podstawowym środkiem gaśniczym jest woda. W trakcie akcji podaje się prąd wody oraz monitoruje się baterie, wykorzystując urządzenia pomiarowe, takie jak kamery termowizyjne czy pirometry. Po zakończonych działaniach konieczne jest ustabilizowanie takiego pojazdu, jeżeli jest to możliwe, poprzez dezaktywację baterii.

Pytanie 9:

Czy straż pożarna, uwzględniając trudności z podejmowaniem działań ratowniczo-gaśniczych z samochodami elektrycznymi, widzi potrzebę ograniczania możliwości wprowadzania miejsc postojowych dla takich pojazdów w garażach?

Odpowiedź 1:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. Robert Haponik.

Innowacyjność na tyle goni naszą rzeczywistość i codzienność, że ograniczanie miejsc postojowych dla pojazdów elektrycznych w garażach może być nie do końca zasadne. Konieczne będzie znalezienie złotego środka, który uwzględni tę innowacyjność. Kilka lat temu podobne pytania stawialiśmy w kontekście samochodów zasilanych gazem (czy są one bezpieczne, czy nie wybuchają?), a dzisiaj jesteśmy rynkiem, na którym tych pojazdów jest naprawdę dużo. Najprawdopodobniej to samo czeka nas z samochodami elektrycznymi. Zatem nie chodzi o ograniczanie możliwości, lecz o to, jak przygotujemy się na nadchodzące zmiany – jak dostosujemy prawo, rozwiniemy świadomość

użytkowników, kierowców i wspólnot mieszkaniowych. Ochrona przeciwpożarowa zmierza w kierunku zmniejszenia liczby pożarów, ale należy pamiętać, że tam, gdzie istnieje materiał palny, odpowiednia atmosfera i źródło zapłonu, czyli tzw. trójkąt pożaru, pożar może wystąpić. Kluczowe jest więc ograniczenie prawdopodobieństwa pożaru oraz zmniejszenie ryzyka jego wystąpienia. Istotne jest wykorzystywanie doświadczeń i wiedzy krajowej oraz zagranicznej do określenia i wdrożenia odpowiednich zapisów prawnych opartych na zasadach wiedzy technicznej w celu znalezienia optymalnego podejścia dla nowych rozwiązań.

Odpowiedź 2:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. w st. sp. Paweł Rochala.

Jeśli chodzi o statystyki pożarów samochodów elektrycznych, są one dość ubogie, głównie z powodu niewielkiej liczby tych pojazdów w Polsce. Jednak dane światowe pokazują, że liczba pożarów samochodów elektrycznych nie różni się znacząco od liczby pożarów samochodów spalinowych. Warto jednak zauważyć, że w przypadku pojazdów elektrycznych mówimy o samochodach stosunkowo nowych. Jeśli natomiast chodzi o kwestię garażowania, problem ten jest znacznie szerszy niż tylko kwestie związane z samochodami elektrycznymi. Ogólnie rzecz biorąc, samochody współczesne gorzej wypadają pod względem pożarowym niż te, dla których normy były ustalane kilkanaście lat temu. Wypełnienie pojazdów izolacjami termicznymi, takimi jak gąbka poliuretanowa, która pali się bardzo intensywnie i wytwarza toksyczne opary, stanowi poważne zagrożenie. Dodatkowo, większość samochodów jest wyposażona w klimatyzację, która używa gazu chłodniczego, zazwyczaj propanu. W przypadku uszkodzenia pojazdu, propan może zostać pompowany do kabiny przez system chłodniczy. Mając na uwadze te czynniki, widać wyraźnie, że przepisy dotyczące garaży powinny zostać zaktualizowane nie tylko z myślą o samochodach elektrycznych, ale także w związku z innymi zagrożeniami, które występują w nowoczesnych pojazdach.

Pytanie 10:

W jakim celu powstały wytyczne w zakresie ochrony przeciwpożarowej garaży w obiektach budowlanych, przeznaczonych do ładowania samochodów elektrycznych i hybrydowych plug-in (2024)?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Jan Wiśniewski.

Kwestia pożarów samochodów elektrycznych staje się coraz bardziej istotna z trzech głównych powodów. Po pierwsze, liczba takich pojazdów wciąż rośnie. W 2019 r. w Polsce zarejestrowanych było nieco ponad tysiąc samochodów całkowicie elektrycznych oraz hybryd typu plug-in, podczas gdy obecnie ich liczba przekroczyła 130 tysięcy. Po drugie, użytkownicy tych pojazdów preferują ładowanie ich z prywatnych źródeł, głównie w domach jednorodzinnych i garażach podziemnych (ponad dwie trzecie wszystkich sesji ładowania pochodzi z prywatnych źródeł). Po trzecie, mimo ciągłych nowelizacji przepisów, kierowcy chcący zainstalować ładowarkę w garażu podziemnym nierzadko napotykają na trudności. Administratorzy budynków często błędnie interpretują obowiązujące przepisy lub ich nie znają. Aby uprościć cały proces dla wszystkich zaangażowanych stron –

użytkowników pojazdów, administratorów budynków, odpowiednich służb, projektantów i wykonawców miejsc garażowych – opracowano specjalne wytyczne. Dokument ten oparto na wielu zagranicznych badaniach, testach przeprowadzonych w CNBOP-PIB oraz dostępnych materiałach. Wytyczne obejmują definicje, kwestie projektowe, wykonawcze oraz eksploatacyjne związane z miejscami garażowymi, w których będą ładowane samochody elektryczne, a także poruszają kwestie ratowniczo-gaśnicze. Jednym z głównych powodów powstania tych wytycznych były informacje z rynku, wskazujące na brak dokumentu, który kompleksowo uwzględniałby te zagadnienia. Obecnie wytyczne stanowią podstawę dla wielu procesów związanych z instalowaniem takich systemów w garażach.

Pytanie 11:

Z jakimi nieprawdziwymi wiadomościami w kontekście samochodów elektrycznych mamy do czynienia?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Jan Wiśniewski.

W kwestii najczęściej przekazywanych fałszywych wiadomości można zidentyfikować informacje o liczbie pożarów samochodów elektrycznych, których na chwilę obecną w Polsce jest stosunkowo niewiele (wg oficjalnych danych PSP w 2021 r. wystąpiły tylko dwa pożary z udziałem samochodów elektrycznych, w 2022 r. – 7 pożarów, natomiast w 2023 odnotowano 21 takich zdarzeń). Pomimo że są to przypadki jednostkowe, często zdarza się, że są one traktowane w kategorii sensacji. Media dosyć pochopnie i bez uzasadnienia przypisują samochodom elektrycznym sprawstwo tych pożarów.

Pytanie 12:

Jaki jest stan bezpieczeństwa stosowania magazynów energii współpracujących z punktami ładowania samochodów elektrycznych?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Mieczysław Wrocławski.

Należy zwrócić uwagę, że wraz ze wzrostem liczby samochodów elektrycznych, również stacje ładowania będą pojawiać się coraz częściej w miejscach garażowych. Co prawda w zakresie nowo powstających osiedli można zaprojektować instalację tak, aby zagwarantować zapewnienie odpowiedniego poziomu mocy również do ładowania pojazdów elektrycznych, bez konieczności stosowania choćby wspomnianych magazynów energii, niemniej magazyny te będą pojawiać się coraz częściej. Należy także podkreślić, że obecnie brakuje odpowiednich przepisów i norm, które precyzyjnie określałyby wymagania dotyczące różnych aspektów, w tym między innymi miejsc instalacji magazynów energii.

Pytanie 13:

Czy instalacje fotowoltaiczne stanowią problem podczas działań ratowniczo-gaśniczych?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. mgr inż. Michał Gigoła.

Jeśli instalacja fotowoltaiczna jest wykonana zgodnie ze sztuką, zastosowano wyłączniki prądu i odpowiednie oznakowanie, to działania ratowniczo-gaśnicze są standardowo prowadzone w oparciu o przygotowane procedury. Przy takich działaniach ryzyko jest zminimalizowane. Jeżeli są to instalacje budowane samowolnie, bez zachowania odpowiedniego poziomu wiedzy technicznej, to w takich przypadkach pojawia się problem w kontekście zachowania bezpieczeństwa strażaków podczas prowadzonych działań. W przypadku instalacji wolnostojących zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom nie stanowi większego problemu, natomiast w przypadku instalacji wykonanej na dachu, pojawiają się ryzyka, przy czym największym nadal obarczone są samowolnie stworzone instalacje fotowoltaiczne z magazynami energii wykonanymi „domowymi” sposobami.

Pytanie 14:

W jaki sposób Państwowa Straż Pożarna realizuje zagadnienia prewencyjne w zakresie wprowadzania nowych technologii w budynkach np. jak instalacje fotowoltaiczne czy pojazdy elektryczne?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. Robert Haponik.

Polegamy przede wszystkim na wiedzy technicznej oraz rozwiązaniach dostępnych w ramach obowiązującego prawa, takich jak warunki techniczne, które powinny spełniać budynki oraz ich usytuowanie, szczególnie w przypadku garaży. Kluczowym aspektem dla strażaków jest natomiast zastosowanie biernych zabezpieczeń, takich jak możliwość wydzielenia stref pożarowych oraz instalacje umożliwiające detekcję pożaru i wstępne gaszenie. Istotne jest także stworzenie i ograniczenie możliwości rozprzestrzeniania się pożarów. Nie jest to łatwe do osiągnięcia, jeśli chodzi o samochody, lecz w przypadku magazynów energii może okazać się to prostsze do realizacji. Oczywiście należy także pamiętać, że jeśli wprowadzimy takie magazyny w przestrzeń obiektów użyteczności publicznej, musimy się liczyć z tym, że w trakcie trwania pożaru problemem będzie również cała toksykologia związana ze spalaniem tych elementów. Z kolei, porównując pożary samochodów spalinowych i elektrycznych, główną różnicą jest ich rozprzestrzenianie się. W przypadku samochodów elektrycznych mamy pożar o charakterze dynamicznym, więc można by przewidywać zabezpieczenia, które w pierwszej fazie ograniczałyby tę dynamikę lub zasięg pożaru. Natomiast w kontekście instalacji fotowoltaicznych problem często leży w braku szczegółowych informacji o zastosowanej instalacji. Niejednokrotnie brakuje danych, w obrębie jakiego budynku taka instalacja powstaje oraz wiedzy na temat konstrukcji dachu, na którym pojawia się taka instalacja. Podsumowując, w zakresie prewencji straż pożarna korzysta obecnie z rozwiązań opartych na

aktualnym stanie wiedzy, doświadczeniu i obowiązującym prawie, przy czym zasób stosowanych informacji będzie się poszerzał wraz z wprowadzaniem nowych wytycznych oraz zwiększaniem naszej wiedzy technicznej.

Pytanie 15:

Czy przepisy przeciwpożarowe uwzględniają zabezpieczenia zapewniające odpowiedni poziom bezpieczeństwa w przypadku zainstalowania magazynów energii?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. dr inż. Paweł Janik.

Na chwilę obecną nie ma takich przepisów, niemniej w praktyce pewne podejście jest wypracowane, ponieważ w większości obiektów należy sporządzić scenariusz pożarowy, więc projektant i rzeczoznawca powinni przeanalizować zagrożenie i stosownie do tego zagrożenia dobrać zabezpieczenia. Niemniej, przepisów jeszcze nie ma i przez pewien okres ich nie będzie. Na chwilę obecną większym problemem wydaje się fakt, że nie posiadamy stosownej wiedzy, jak te magazyny będą się zachowywać w pożarze i w jaki sposób prowadzić działania gaśnicze. Na podstawie obecnej wiedzy wiemy, że magazyny to nie tylko zasób energii elektrycznej, ale również zasób energii, który może się uwolnić w postaci pożaru lub stworzenia stref zagrożonych wybuchem. Dodatkowo, kwestia rozbiegania termicznego i powstania strefy zagrożonej wybuchem powoduje, że zaczynamy dyskutować, czy pomieszczenia, w których znajduje się magazyn energii, powinny być traktowane jako pomieszczenia zagrożone wybuchem ze wszystkimi związanymi z tym konsekwencjami i wymaganiami prawnymi. Jeśli chodzi o działania ratownicze, równie istotną kwestią jest zapewnienie bezpieczeństwa strażakom. Jest to istotne w kontekście stosowania w mieszkaniach czy garażach zasobników energii, których nie wyłączymy w trakcie prowadzonej akcji ratowniczo-gaśniczej. W związku z powyższym pod kątem operacyjnym będzie to duże wyzwanie, aby wypracować rozwiązania i metody działań zapewniające ratownikom odpowiedni poziom bezpieczeństwa. Odpowiadając wprost na zadane pytanie, – przepisów bezpośrednich nie mamy i co gorsza nie posiadamy jeszcze dokładnej wiedzy technicznej, jak sobie z tym zjawiskiem od strony inżynierii bezpieczeństwa pożarowego poradzić.

Pytanie 16:

Czy bezpieczne jest stosowanie magazynów energii w mieszkaniach.

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił dr inż. Zenon Małkowski.

W trakcie prowadzonych badań baterii pryzmatycznych temperatura płomienia uzyskiwała 1500 stopni Celsjusza i utrzymywała się przez około 25 sekund, czyli mamy tutaj do czynienia z bardzo krótkim spalaniem, ale niezwykle intensywnym. Dodatkowo początkiem pożaru w tym przypadku był wybuch. Z samego tego badania możemy zaobserwować skalę problemu, jaki się pojawia, gdy oba te czynniki występują jedno po drugim. W związku

z powyższym, w przypadku zastosowań domowych, gdzie strach przed bateriami jest nadal ogromny, wydaje się, że współczesne baterie litowo-jonowe nie mają zastosowania. Należy podkreślić, że w przedmiotowej tematyce kluczowe jest zaufanie do stosowanych magazynów energii. Społeczeństwo musi przekonać się, że stosowanie tych rozwiązań jest bezpieczne.

Pytanie 17:

Jakie są bezpieczne odległości od magazynów elektro-chemicznych?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. w st. sp. Paweł Rochala.

Jest to kwestia bardzo dyskusyjna, niemniej dla przykładu odległość magazynu energii (znajdujący się na zewnątrz budynku) do dróg ewakuacyjnych powinna wynosić co najmniej półtora metra. Zaleca się także, aby magazyny energii zastosowane w obiekcie były zlokalizowane w technicznej części budynku, a nie w części mieszkalnej bądź przy drogach ewakuacyjnych. Generalnie zaleca się, aby magazyny były w obudowach i jak najdalej od człowieka.

Pytanie 18:

Z jakimi największymi wyzwaniami mają do czynienia projektanci magazynów energii działający na polskim rynku?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił dr inż. Piotr Szczeciński.

Występuje wiele problemów. Jedną z bardziej problematycznych kwestii jest zagadnienie dostępu do wody, a więc do wodociągów. Aktualnie projektanci wykorzystują możliwość wprowadzenia dużych zbiorników wody. Oddzielną kwestią do rozpatrzenia jest postępowanie z tak dużą ilością zanieczyszczonej wody po pożarze. Na chwilę obecną brakuje wytycznych, które określiłyby spójne kierunki i rekomendacje pozwalające już na wczesnym etapie uniknąć pewnych błędów projektowych, spełniając równocześnie wszystkie wymagania bezpieczeństwa. Obecnie na etapie projektowania podchodzi się do magazynów energii jak do rafinerii, stosując najwyższe wymagania i obostrzenia przeciwpożarowe.

Pytanie 19:

Jak podejść do analizy i oceny zagrożenia stwarzanego przez magazyny energii?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. dr inż. Paweł Janik.

Jest to zarówno pytanie, jak i wyzwanie, na które opracowanie wytycznych pomoże nam znaleźć odpowiedź. Celem jest dążenie do jak najprostszej formy tej oceny, tak aby mogła ona być stosowana powszechnie. Na chwilę obecną planowane jest zarekomendowanie w wytycznych wykorzystania przygotowanej listy kontrolnej,

która dzieliłaby się na trzy części, identyfikując instalacje małe, średnie i przemysłowe oraz, która pozwalałaby na dokonanie oceny poziomu bezpieczeństwa.

Pytanie 20:

Jakie na dzień dzisiejszy podejście przedstawiają ubezpieczyciele do ubezpieczenia magazynów energii?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił dr inż. Dariusz Gołębiowski.

Obecne podejście firm ubezpieczeniowych do tego tematu jest bardzo pragmatyczne. Firmy ubezpieczeniowe bazują na ryzyku rozumianym jako kombinacja dwóch wielkości tj. prawdopodobieństwa i konsekwencji. W kwestii magazynów energii o prawdopodobieństwie nie możemy jeszcze wiele powiedzieć z uwagi na małą ilość danych, w związku z czym musimy skupić się na konsekwencjach. Dlatego, na chwilę obecną, żadna firma ubezpieczeniowa nie ubezpieczy magazynu energii, który zlokalizowany został wewnątrz zakładu przemysłowego o dużej wartości z uwagi na fakt, iż w przypadku wystąpienia pożaru konsekwencje takiego zdarzenia będą niesamowicie dotkliwe. W związku z powyższym, istotna jest separacja magazynów, czyli określenie odpowiedniej odległości pomiędzy magazynem energii oraz budynkami. W przypadku zakładów przemysłowych minimalna odległość to 15 metrów, chyba że magazyn zostanie zabudowany ścianą pożarową pozwalającą na oddzielenie tych dwóch kompleksów. Dodatkowo można nadmienić, że w kwestii stosowania systemów aktywnych ubezpieczyciele podchodzą dość ostrożnie, przyjmując do ocen założenie, że te systemy nie zadziałają poprawnie. W przyszłości można rozważyć stosowanie magazynów przepływowch jako rozwiązanie o wiele bardziej bezpieczne w porównaniu z obecnie stosowanymi bateriami.

Pytanie 21:

Czy ubezpieczyciele pracują nad wypracowaniem własnych standardów bezpieczeństwa, które będą warunkowały możliwość ubezpieczenia magazynów energii?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił st. bryg. dr inż. Paweł Janik.

Ubezpieczyciele oczywiście pracują nad standardami, które w dużej mierze będą skupiać się na separacji oraz wentylacji. Należy zdać sobie sprawę, że mamy tutaj do czynienia z materią bardzo dynamicznie rozwijającą się, czyli żadne standardy i żadne normy nie nadążą za niezwalniającym postępem technologicznym. Mówiąc więc o standardzie, nad którym pracuje się wiele lat, należy zdać sobie sprawę, że prawdopodobnie z chwilą jego opublikowania stan technologiczny będzie już w innym miejscu niż w momencie rozpoczęcia prac. W związku z powyższym, firmy ubezpieczeniowe starają się szybko reagować na nowe szkody w celu uwzględnienia ich w formie nowych zmian do standardu. Można powiedzieć więc, że standard uczy się nowych zagrożeń w czasie rzeczywistym.

Pytanie 22:

Czy można wykorzystywać układy zarządzania baterią (BMS) czy też zarządzania przepływem energii (EMS) w celu podniesienia bezpieczeństwa pożarowego?

Odpowiedź:

Odpowiedzi udzielił Pan Krzysztof Buła.

Są to świetne narzędzia dla systemów przeciwpożarowych. Magazyny energii są wyposażone w wiele układów informatycznych i pomiarowych w otwartych standardach komunikacyjnych, które mogą być wykorzystane do systemów sygnalizacji pożarowej. Systemy te dają dostęp do wielu przydatnych informacji, jak pomiary temperatury wewnętrznej i zewnętrznej każdego ogniwa oraz przyrostu temperatury w czasie rzeczywistym. Dodatkowo mogą być wyposażone w informacje dla strażaków w zakresie podstawowych informacji fizyko-chemicznych każdego ogniwa. Wydaje się więc, że jest to sprawa kluczowa w kwestii rozwoju tego segmentu rynku.

4.4. Sesja czwarta – Wystąpienia partnerów i dyskusja

W ramach ostatniej sesji konferencji moderowanej przez Pana dr. inż. Jacka Roguskiego, prof. instytutu, zaprezentowane zostały prelekcje o następującej tematyce:

- 1) *Informacja o opracowywanych Wytycznych w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowej magazynów energii* – prelekcja Pana dr inż. Jarosława Tępińskiego;
- 2) *Safe energy storage concepts in urban areas* – SEKUR – prelekcja Pani mgr Philine Mielisch;
- 3) *Polska technologia gaszenia baterii litowo-jonowych: Bezpieczeństwo pożarowe zielonej transformacji* – prelekcja Pani Diany Kuprianow, VERMICULITE POLAND Sp. z o.o., Prezes Zarządu;
- 4) *Masowe zastosowanie domowych magazynów energii – trendy i potrzeby w zakresie detekcji stanów awaryjnych i pożaru* – prelekcja Pana mgr inż. Jarosław Wiche, NEURON Sp. z o.o. Sp. k., Prezes Zarządu;
- 5) *Miejscowe systemy gaśnicze, typu iSprink – studia przypadku* – prelekcja Pana Dariusza Kota, Gras PPPH;
- 6) *Baterie i magazyny energii elektrycznej, w kontekście bezpieczeństwa pożarowego* – prelekcja Pana mgr inż. Grzegorza Sypek, Oddział Stołeczny SITP;

4.4.1. Informacja o opracowywanych Wytycznych w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowej magazynów energii

Pan dr inż. Jarosław Tępiński omówił obecnie opracowywane wytyczne, które powstają w wyniku współpracy ekspertów z różnych dziedzin, w tym Centrum Naukowo-Badawczego Ochrony Przeciwpożarowej (CNBOP-PIB), Stowarzyszenia Polska Izba Magazynów Energii i Elektromobilności (PIME) oraz Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa (SITP). Do współpracy w tworzeniu wytycznych zaproszono również przedstawicieli Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP) oraz Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Producentów Zabezpieczeń Przeciwpożarowych i Sprzętu Ratowniczego (OSPZPiSR). Głównym celem wytycznych

jest określenie warunków ochrony przeciwpożarowej i bezpiecznej eksploatacji magazynów elektrochemicznych. Prace nad dokumentem rozpoczęto w sierpniu 2024 r., a projekt ma na celu stworzenie wytycznych uwzględniających podstawy formalno-prawne, analizy zaistniałych pożarów, a także wyniki badań własnych oraz przeprowadzonych przez inne ośrodki naukowo-badawcze. Wytyczne obejmą między innymi definicje, wymagania dotyczące projektowania, wykonania oraz eksploatacji magazynów energii, a także zasady prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Uwzględnione zostaną również zagrożenia związane z lokalizacją i użytkowaniem magazynów, z podziałem na magazyny domowe, przemysłowe oraz wielkoskalowe. Planowany termin zakończenia prac nad wytycznymi to 2025 rok.

4.4.2. Safe energy storage concepts in urban areas – SEKUR

Pani mgr Philine Mielisch przedstawiła informacje na temat realizowanego projektu SEKUR (*Safe energy storage concepts in urban areas*), który został zainicjowany w kwietniu 2024 r. i ma zostać zrealizowany w dwa lata. Z danych statystycznych wynika, że obecnie w Niemczech zainstalowanych jest około 1,6 miliona magazynów energii, które są zlokalizowane w gospodarstwach domowych. Wraz z systemami fotowoltaicznymi są to instalacje, których liczba zwiększa się w szybkim tempie. Dokonano analizy wielu ryzyk związanych z tematyką baterii, identyfikując następujące problemy dla strażaków i mieszkańców obiektów w zakresie:

- ❖ przeciążenie elektryczne lub termiczne,
- ❖ uszkodzenia mechaniczne,
- ❖ zwarcia wewnętrzne,
- ❖ pożary w pobliżu jednostki magazynowania energii,
- ❖ uszkodzenia spowodowane wodą.

Ustalono również, że najczęstszymi przyczynami pożarów magazynów energii jest zanieczyszczenie elektrolitu podczas produkcji, niewłaściwe przechowywanie, pośrednie zagrożenie pożarowe, zbyt wysokie temperatury (latem) lub zbyt niskie (zimą), uszkodzenia podczas instalacji, system magazynowania niekompatybilny z systemem fotowoltaicznym, niewłaściwa instalacja oraz uszkodzenia mechaniczne. Konsekwencje zdarzeń z udziałem magazynów energii mogą prowadzić do:

- ❖ rozprzestrzenienia się ognia,
- ❖ rozbiegania termicznego (temperatury do 800 stopni na powierzchni),
- ❖ wydzielania się toksyn oddziałujących na układ oddechowy (np. kwas fluorkowy),
- ❖ wybuchów,
- ❖ wycieku substancji chemicznych.

Dla strażaków problematyczna i niebezpieczna jest również luka informacyjna w zakresie miejsca zainstalowania tych magazynów (identyfikuje się, że najczęstszymi lokalizacjami są piwnice, garaże oraz poddasza) oraz

konieczność działania z instalacjami wykonanymi „domowymi” sposobami, które nie zachowują odpowiednich standardów bezpieczeństwa i wiedzy technicznej.

Głównymi celami prowadzonego projektu jest opracowanie systemu wczesnej detekcji i powiadamiania dedykowanego strażakom (informacje na temat gazów, temperatury i lokalizacji systemu) oraz mieszkańcom gospodarstw domowych (ostrzeżenia i informacje w formie wizualnej i akustycznej). Dodatkowo ważnymi rezultatami projektu dedykowanymi Straży Pożarnej w Dortmundzie będzie uproszczenie planowania operacji, oszczędność czasu na eksplorację, minimalizacja ryzyka, zwiększenie bezpieczeństwa dla strażaków i mieszkańców oraz poprawa prewencji pożarowej.

4.4.3. Polska technologia gaszenia baterii litowo-jonowych: Bezpieczeństwo pożarowe zielonej transformacji

Pani Diana Kuprianow przedstawiła dane w zakresie metodyk gaszenia baterii litowo-jonowych, pokazując że w erze zielonej transformacji technologia baterii litowo-jonowych odgrywa kluczową rolę w codziennym życiu. Pomimo wygody użytkowania i korzyści związanych z trwałością, baterie te mogą stanowić zagrożenie pożarowe. Obecnie wykorzystywanych jest wiele środków gaśniczych, takich jak:

- ❖ **wodne** – wykorzystują wodę w formie mgły lub strumienia do chłodzenia i gaszenia pożarów. Ich zaletą jest wysoka zdolność chłodzenia i możliwość modyfikacji składu chemicznego, co zmniejsza ryzyko ponownego zapłonu. Jednak ich skuteczność jest ograniczona przy dużych pożarach, a użycie wody może prowadzić do zwarc;
- ❖ **proszki** – używane do szybkiego tłumienia płomieni. Zapewniają one szybkie gaszenie otwartego ognia, ale mają niską zdolność chłodzenia i zwiększone ryzyko ponownego zapłonu;
- ❖ **gazowe (CO₂)** – takie jak dwutlenek węgla, redukują zawartość tlenu w celu gaszenia ognia. Są skuteczne w zamkniętych przestrzeniach, szybko obniżają temperaturę, ale ich efektywność maleje w otwartych przestrzeniach, dodatkowo pozostaje ryzyko ponownego zapłonu;
- ❖ **pianowe** – specjalne piany, które pokrywają palące się powierzchnie i blokują dostęp tlenu. Są skuteczne w gaszeniu otwartego ognia i zapobiegają rozprzestrzenianiu się pożaru, jednak ich zdolność chłodzenia jest niska, co również może prowadzić do ryzyka ponownego zapłonu.

Można także zauważyć, że najczęściej do gaszenia pożarów baterii litowo-jonowych stosuje się wodę, jako skuteczny środek chłodzący. W zależności od sytuacji używa się również środków proszkowych, gazowych oraz pianowych. Każda z tych metod ma swoje zalety i wady, przy czym żadna nie eliminuje ryzyka ponownego zapłonu akumulatorów litowo-jonowych. Kluczowym wyzwaniem jest również ograniczenie uwalniania szkodliwych substancji podczas pożarów oraz minimalizacja szkód dla środowiska spowodowanych przez zanieczyszczoną wodę po pożarze. W związku z powyższym opracowywane są środki gaśnicze dedykowane do walki z pożarami baterii litowo-jonowych. W związku z tą potrzebą powstała metoda gaszenia za pomocą dyspersyjnych oraz sypkich

środków gaśniczych na bazie wermikulitu (naturalnego minerału). Skuteczność zastosowania wermikulitu wynika z poniższych aspektów:

- ❖ **Równomierne rozprowadzanie:** Wodne dyspersje z wermikulitem pozwalają na równomierne pokrycie powierzchni, co zwiększa skuteczność działania przeciwpożarowego. Mechanizm działania: Cząstki wermikulitu składają się z cienkich, płaskich łusek, zawierających mikroskopijne warstwy wody. Płytki powstałe w dyspersji osadzają się na powierzchni palącego się paliwa, tworząc warstwę ochronną nad ogniem. Warstwa ta wysycha, a dzięki wysokiemu stosunkowi powierzchni do objętości, cząstki wermikulitu nakładają się i łączą, tworząc barierę między paliwem a atmosferą;
- ❖ **Odporność na wysokie temperatury, niepalność klasy A1:** Wermikulit zachowuje swoje właściwości w wysokich temperaturach (do 1200°C), co czyni go skutecznym w warunkach intensywnego spalania. Nawet w warunkach rozwiniętego pożaru nie zapala się;
- ❖ **Efekt chłodzenia:** Proces ten ma efekt chłodzący na źródło paliwa, a w miarę odparowywania cieczy zawartej w dyspersji wermikulitu, cząstki wermikulitu zaczynają się gromadzić, co pozwala na opanowanie pożaru;
- ❖ **Pochłanianie toksyn i dymu:** Wermikulit charakteryzuje się wysoką zdolnością wymiany kationów, co pozwala mu skutecznie wiązać różnorodne jony. Materiał wykazuje również doskonałe właściwości izolacyjne, a w postaci wodnej dyspersji może pochłaniać toksyczne substancje, wydzielające się podczas spalania, co zmniejsza szkodliwe oddziaływanie na środowisko;
- ❖ **Lekkość i objętość, struktura:** Dzięki swojej lekkości i objętości wermikulit może szybko pokrywać duże powierzchnie i jako dobry materiał izolacyjny, tworzyć barierę dla ognia, zapobiegając jego rozprzestrzenianiu. Ma strukturę cienkich, płaskich łusek, a dzięki wysokiemu stosunkowi powierzchni do objętości cząstki wermikulitu nakładają się i łączą, tworząc barierę między paliwem a atmosferą;
- ❖ **Chemiczna obojętność:** Wermikulit jest chemicznie obojętny, co czyni go bezpiecznym do użycia w różnych warunkach, nie wywołując niepożądanych reakcji.

4.4.4. Masowe zastosowanie domowych magazynów energii – trendy i potrzeby w zakresie detekcji stanów awaryjnych i pożaru

Pan mgr inż. Jarosław Wiche omówił zagadnienia związane z domowymi magazynami energii elektrycznej, w tym ich zastosowanie, ryzyko pożarowe oraz metody detekcji zagrożeń. Baterie litowo-jonowe charakteryzują się wysoką wartością opałową 5,8 kWh/l (dla porównania benzyna wynosi 8,6 kWh/l), co czyni je niebezpiecznymi materiałami łatwopalnymi. Mając na uwadze występujące zagrożenia, niezwykle istotne jest zapewnienie odpowiedniego poziomu zabezpieczeń tych systemów. Tradycyjne metody wykrywania pożaru, takie jak detekcja dymu i temperatury, są niewystarczające, ponieważ dym pojawia się dopiero w zaawansowanej fazie pożaru. Z tego względu konieczne jest zastosowanie systemów predykcji zagrożeń, które działają proaktywnie. Istotnym elementem zabezpieczeń jest BMS (ang. *battery management system*), który monitoruje parametry techniczne

baterii – temperaturę, napięcie i prąd, umożliwiając wczesne wykrycie problemów, takich jak przegrzewanie czy wzrost prądu. Ważne jest także zintegrowanie BMS z systemami bezpieczeństwa, przeprowadzanie analizy termowizyjnej w podczerwieni oraz detekcja gazów wybuchowych, które mogą być emitowane przez baterie w trakcie ich „puchnięcia”.

4.4.5. Miejscowe systemy gaśnicze, typu iSprink – studia przypadku

Pan Dariusz Kot na wstępie przedstawił dane pochodzące z Korei z 2021 roku. Zgodnie z nimi proporcjonalnie liczba pożarów samochodów elektrycznych i spalinowych utrzymuje się na podobnym poziomie z taką różnicą, że pożary samochodów elektrycznych są dynamiczniejsze, co skutkuje koniecznością podjęcia szybszych i wcześniejszych działań. Jednakże nie ma powodów, aby uznawać samochody elektryczne jako „najgorsze źródło pożaru”. Najczęściej stosowanymi instalacjami do gaszenia samochodów elektrycznych w garażach są hydranty wewnętrzne do użytku osobistego bądź instalacje tryskaczowe, które niestety nie zawsze są dostępne w garażach. Stosowanie hydrantów wewnętrznych jest prawnie wymagane zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów. Paragraf 19.2 wprowadza wymóg stosowania hydrantów 33 w garażu:

- ❖ jednokondygnacyjnym zamkniętym o więcej niż 10 stanowiskach postojowych;
- ❖ wielokondygnacyjnym.

Dodatkowo przepis określa minimalną wydajność poboru wody mierzonej na wylocie prądownicy:

- ❖ dla hydrantu 25 – 1,0 dm³/s;
- ❖ dla hydrantu 33 – 1,5 dm³/s (ok. 5400 l/h) – 90 l/min;
- ❖ dla hydrantu 52 – 2,5 dm³/s (ok. 9000 l/h) – 150 l/min.

W celu połączenia obu rozwiązań i uzyskania zarówno dostępności, jak i skuteczności sprzętu, przygotowano urządzenie wykorzystujące infrastrukturę hydrantową do podania wody z instalacji zraszaczowej. Taki zestaw hydrantu wewnętrznego, dzięki wczesnej detekcji i lokalizacji pożaru, służy do tłumienia i kontroli pożaru we wczesnej jego fazie, zapobiegając przenoszeniu się ognia na inne pojazdy.

4.4.6. Baterie i magazyny energii elektrycznej, w kontekście bezpieczeństwa pożarowego

Pan mgr inż. Grzegorz Sypek poruszył tematykę bezpieczeństwa pożarowego baterii i magazynów energii elektrycznej, koncentrując się na ogniach litowo-jonowych. Przedstawił główne przyczyny awarii tych ogni, uwzględniając w tym uszkodzenia mechaniczne, przekroczenie parametrów eksploatacyjnych (napięcia, prądu, temperatury) oraz ich skutki, takie jak termiczna reakcja łańcuchowa (ang. *thermal runaway*). Po zajściu termicznej reakcji łańcuchowej, jej produktem są gazy wybuchowe np. wodór i metan. W trakcie prelekcji podkreślono również znaczenie tzw. „okna stabilnej pracy ogniwa”, które określa zakres bezpiecznych parametrów operacyjnych. Przekroczenie temperatury krytycznej prowadzi do samoczynnej termicznej reakcji łańcuchowej. W kwestii ochrony

przed pożarem wskazano kluczową rolę systemu BMS, który odpowiada za precyzyjną kontrolę parametrów pracy ogniw i zapobieganie awariom. Podkreślono również, że system ten powinien być wyposażony w system redundancji i być wolny od błędów programistycznych, a także zapewniać odpowiednie chłodzenie ogniw oraz separację modułów w celu ograniczenia propagacji pożaru. Przedstawiono również obecnie stosowane metody oceny skutków pożarów, które obejmują badania w skali rzeczywistej oraz symulacje komputerowe pozwalające przewidzieć zachowanie modułów litowo-jonowych w warunkach awaryjnych. Na zakończenie prelekcji przedstawiono trzy sposoby redukcji zagrożenia pożarowego w modułach litowo-jonowych:

- ❖ konieczność opracowania i wdrożenia ogniw oraz BMS dedykowanych do zastosowania w magazynach energii,
- ❖ zastosowanie rozwiązań umożliwiających wczesną detekcję zagrożenia pożarowego,
- ❖ zastosowanie połączonych środków biernej ochrony przeciwpożarowej oraz instalacji wodnych do tłumienia pożaru.

4.5. Tezy i wnioski

Współczesne wyzwania związane z wdrażaniem nowoczesnych technologii, takich jak magazyny energii, instalacje fotowoltaiczne czy pojazdy elektryczne, wymagają kompleksowego podejścia do kwestii bezpieczeństwa pożarowego. Podczas konferencji zidentyfikowano kluczowe zagadnienia w formie stosownych tez skategoryzowanych do poszczególnych obszarów wskazanych poniżej:

1. Wyzwania bezpieczeństwa nowych technologii:

- ❖ Rozwój i masowe zastosowanie nowych technologii, w tym między innymi instalacji fotowoltaicznych, magazynów energii, pojazdów elektrycznych i systemów inteligentnych domów, robotyki, itd. wymaga dostosowania przepisów oraz środków ochrony przeciwpożarowej.
- ❖ Masowo stosowane baterie litowo-jonowe mogą stanowić istotne zagrożenie ze względu na możliwość termicznej reakcji łańcuchowej, prowadzącej do wybuchów i pożarów.

2. Kluczowa rola systemów zarządzania bateriami (BMS):

- ❖ Systemy BMS są podstawą monitorowania i wczesnego wykrywania zagrożeń, takich jak przegrzanie czy wzrost napięcia w ogniwach baterii.
- ❖ Wobec powyższego BMS musi być niezawodny, odporny na błędy i zintegrowany z innymi systemami bezpieczeństwa.

3. Potrzeba wytycznych i regulacji:

- ❖ Obecnie brakuje dedykowanych, szczegółowych przepisów i wymagań dotyczących ochrony przeciwpożarowej magazynów energii.
- ❖ Opracowywane wytyczne powinny uwzględniać wymagania dla projektowania, instalacji i eksploatacji magazynów energii oraz procedury ratownicze.

4. **Zaawansowane metody ochrony przeciwpożarowej:**

- ❖ Rozwojowi nowych technologii towarzyszy rozwój środków ochrony przeciwpożarowej, w tym ich dostosowywanie do identyfikowanych zagrożeń.
- ❖ Wprowadzenie nowych środków gaśniczych, systemów i rozwiązań ma służyć poprawie bezpieczeństwa nowych technologii.

5. **Robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej:**

- ❖ Technologie te wspomagają wczesne wykrywanie zagrożeń, analizę ryzyka oraz efektywne prowadzenie działań ratowniczych.

Podczas konferencji podjęto szeroką analizę przedstawionych powyżej tematów, wskazując na konieczność wdrażania zaawansowanych systemów ochrony oraz opracowania nowych standardów i wytycznych. Poniższe wnioski stanowią podsumowanie kluczowych obszarów, które wymagają uwagi w celu zapewnienia bezpieczeństwa użytkowników i infrastruktury.

1. **Rozwój nowych technologii i ich bezpieczeństwa:**

- ❖ Istnieje potrzeba dalszego rozwijania systemów detekcji i gaszenia, które będą dostosowane do specyfiki baterii litowo-jonowych i innych masowo stosowanych nowoczesnych technologii.

2. **Edukacja i świadomość społeczna:**

- ❖ Konieczne jest budowanie świadomości na temat zagrożeń oraz zasad eksploatacji magazynów energii, zwłaszcza w środowisku domowym.

3. **Współpraca międzynarodowa:**

- ❖ Wymiana doświadczeń i wiedzy między krajami oraz różnymi sektorami przemysłu jest kluczowa dla opracowywania skutecznych rozwiązań.

4. **Konieczność inwestycji w badania i rozwój:**

- ❖ Testy w rzeczywistych warunkach oraz symulacje komputerowe są niezbędne do właściwej identyfikacji zagrożeń związanych z nowymi technologiami i skutecznemu przeciwdziałaniu tym zagrożeniom.

5. **Standaryzacja działań ratowniczych:**

- ❖ Straż pożarna powinna mieć dostęp do szczegółowych procedur i narzędzi umożliwiających skuteczne działania w przypadku pożarów związanych z nowymi technologiami.

6. **Perspektywa przyszłości:**

- ❖ Systemy magazynowania energii będą odgrywać coraz większą rolę w transformacji energetycznej, co wymaga uwzględnienia ich specyfiki w strategiach bezpieczeństwa pożarowego.

4.6. **Zakończenie i podsumowanie konferencji**

Podczas konferencji przedstawiono kluczowe aspekty bezpieczeństwa pożarowego związane z instalacjami fotowoltaicznymi, magazynami energii, pojazdami elektrycznymi oraz innymi nowoczesnymi technologiami.

Omówiono zarówno wyzwania technologiczne, jak i regulacyjne, zwracając szczególną uwagę na konieczność opracowania nowych standardów, wytycznych oraz systemów zarządzania ryzykiem pożarowym.

Kluczowe wnioski obejmują potrzebę rozwoju zaawansowanych systemów detekcji i predykcji zagrożeń, takich jak BMS, które są niezbędne dla zapewnienia bezpieczeństwa domowych i przemysłowych magazynów energii. Wskazano także na znaczenie badań naukowych i testów w rzeczywistych warunkach, które pomagają w lepszym rozumieniu ryzyka oraz w opracowywaniu skutecznych środków ochrony.

Uczestnicy podkreślili również znaczenie współpracy międzynarodowej, wymiany doświadczeń oraz włączania w nią różnych środowisk – od straży pożarnej, przez producentów technologii, po użytkowników końcowych. Organizatorzy konferencji wyrazili wdzięczność wszystkim współorganizatorom i uczestnikom, podkreślając wagę wspólnych działań w zakresie bezpieczeństwa nowych technologii. Wyrażono także nadzieję na kontynuację inicjatyw tego rodzaju oraz zachęcono do korzystania z materiałów edukacyjnych dostępnych na stronie internetowej CNBOP-PIB.

Przedkładając powyższy raport, organizator konferencji składa podziękowania jej współorganizatorom i uczestnikom oraz pragnie skierować zaproszenie do udziału w kolejnych przedsięwzięciach w ramach inicjatyw CNBOP-PIB pt. „Bezpieczeństwo Nowych Technologii”, mając nadzieję, iż spotkają się z równie dużym zainteresowaniem, żywiłową dyskusją oraz zakończą się konstruktywnymi i praktycznymi wnioskami, jak tegoroczna konferencja BNT III. Materiały filmowe z konferencji oraz materiały dydaktyczne zostaną udostępnione na stronie internetowej CNBOP-PIB: <https://www.cnbop.pl/>.

Przewodniczący Komitetu Naukowego Konferencji
st. bryg. dr hab. inż. Jacek Zboina