CNBOP-PIB

Raport z IV Międzynarodowej Konferencji Naukowej

Bezpieczeństwo Nowych Technologii

Patronat:

PAŃSTWOWA STRAŻ POŻARNA

CENTRUM NAUKOWO-BADAWCZE
OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ
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 Tuliszkowskiego
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 Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy
05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213
tel. (22) 76 93 300
www.cnbop.pl
e-mail: cnbop@cnbop.pl

Czerwiec 2025, Józefów

Spis treści

1. **Informacje ogólne** ... 4
2. **Cel konferencji** ... 5
3. **Przebieg konferencji** ... 6
3.1. **Sesja pierwsza – Bezpieczeństwo nowych technologii** ... 6
3.1.1. Rozwój farmy robotów – w kierunku – Agenci AI ... 7
3.1.2. Nowoczesna edukacja i przekaz w obszarze bezpieczeństwa nowych technologii ... 8
3.1.3. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie ludności i ratownictwie ... 9
3.1.4. Bezpieczeństwo nowych technologii na podstawie doświadczeń z badań własnych Instytutu ... 10
3.1.5. Wykorzystanie sztucznej inteligencji i innych nowych technologii do wsparcia czynności ratowniczych, dowodzenia i dostępu do informacji – badania wstępne ... 11
3.2. Sesja druga – Bezpieczeństwo pożarowe magazynów energii ... 12
3.2.1. Zagrożenia wynikające z użytkowania magazynów energii ... 12
3.2.2. Badania magazynów energii w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, wstępny raport z badań Instytutu ... 13
3.2.3. Magazyny energii okiem rynku ubezpieczeniowego ... 14
3.2.4. Panel dyskusyjny ... 15
3.3. **Bezpieczeństwo nowych technologii – wiedza, nowe rozwiązania, produkty, systemy, usługi, procedury, edukacja** ... 17
3.3.1. Wymagania i badania robotów ratowniczych ... 17
3.3.2. iSprink Home i iSprink – inteligentne systemy detekcji i gaszenia pożarów w kontekście bezpieczeństwa nowych technologii ... 18
3.3.3. Hybrydowa metoda oceny parametrów przepływu wentylatorów ratowniczych ... 19
3.3.4. Rozwiązania dedykowane prowadzeniu działań ratowniczych w garażach podczas pożaru pojazdu elektrycznego ... 20
3.3.5. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych na dachach płaskich ... 21
3.3.6. Metody sztucznej inteligencji w ocenie ryzyka chemicznego zaawansowanych materiałów nowej generacji: szanse i wyzwania ... 22
3.4. **Tezy i wnioski** ... 22
3.5. **Zakończenie i podsumowanie konferencji** ... 23

1. Informacje ogólne

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

Współorganizatorzy:

- Akademia Pożarnicza
- Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej
- Institut für Feuerwehr- und Rettungstechnologie (IFR) der Feuerwehr Dortmund
- Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Otwocku
- Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie
- Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Poznaniu
- PZU LAB SA
- European Fire Safety Alliance
- Ogólnopolskie Stowarzyszenie Producentów Zabezpieczeń Przeciwpożarowych i Sprzętu Ratowniczego
- Polskie Stowarzyszenie Nowej Mobilności
- Polskie Stowarzyszenie Magazynowania Energii
- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Pożarnictwa
- Instytut Bezpieczeństwa Społecznego Fundacji „Obserwatorium Społeczne"

Patronat honorowy:

- Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej
- Marsh, „Gazeta Ubezpieczeniowa"
- „Safety & Fire Technology"

Data konferencji: 7 maja 2025 roku

Skład komitetu naukowego:

prof. dr hab. Anna Rabajczyk, prof. dr hab. Robert Socha, prof. dr hab. Bernard Wiśniewski, dr hab. Aleksander Babiński prof. Akademii Policji w Szczytnie, dr hab. Andrzej Czupryński prof. AWSB, dr hab. Paweł Lubiewski, prof. AWSB, dr hab. Stanisław Rysz prof. uczelni (Uczelnia Państwowa im. Jana Grodka w Sanoku), dr hab. Tomasz Safjański prof. AWSB, dr hab. Maria Zielecka prof. instytutu (CNBOP-PIB), dr hab. Jarosław Struniawski, st. bryg. dr inż. Tomasz Klimczak prof. uczelni (APoż), dr inż. Jacek Roguski prof. instytutu (CNBOP-PIB), nadbryg. dr inż. Mariusz Feltynowski, st. bryg. dr inż. Paweł Janik. st. bryg. dr inż. Arkadiusz Kielin, dr inż. Michał Chmiel, dr inż. Dariusz Gołębiewski, dr inż. Bogusław Kogut, dr inż. Zenon Małkowski, dr inż. Tomasz Popielarczyk, dr.-ing. Sylvia Pratzler-Wanczura, dr inż. Jarosław Tępiński, dr inż. Jan Ziobro, dr Robert Gwardyński, dr Rafał Kochańczyk, ks. dr Artur Szela, dr Monika Wyszomirska, st. bryg. w st. sp. mgr inż. Krzysztof Biskup, st. bryg. mgr inż. Michał Gigoła, st. bryg. mgr inż. Daniel Małozięć, st. bryg. mgr inż. Andrzej Zajączkowski, mgr Barbara Adamska, Krzysztof Dąbrowski, Krzysztof Kochanowski, Maciej Mazur.

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

Skład komitetu organizacyjnego:

dr inż. Jarosław Tępiński, dr inż. Michał Chmiel, mgr Paweł Gancarczyk, mgr Katarzyna Gromadka, mgr Anna Gołąb, mgr Dorota Gajownik, mgr Magda Ślarzyńska, mgr Aleksandra Grzęda, mgr Elżbieta Muszyńska-Połeć, mgr Marta Iwańska, mgr inż. Michał Pietrzak.

Przewodniczący komitetu organizacyjnego: mgr Ilona Masna.

2. Cel konferencji

Czwarta międzynarodowa konferencja poświęcona bezpieczeństwu nowych technologii i doskonaleniu technologii ratowniczych poruszała tematykę szeroko pojętego bezpieczeństwa pożarowego źródeł energii, baterii elektrycznych, magazynów energii, a także nowych rozwiązań w ochronie przeciwpożarowej i ratownictwie. Nie zabrakło także kwestii przyszłości i szerszego zastosowania rozwiązań robotycznych oraz sztucznej inteligencji nie tylko w ochronie przeciwpożarowej. Konferencja adresowana była do producentów, projektantów i instalatorów, funkcjonariuszy i pracowników cywilnych PSP, specjalistów i rzeczoznawców do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, zarządców, użytkowników i właścicieli obiektów budowlanych, inżynierów ryzyka, brokerów ubezpieczeniowych, innych specjalistów różnych branż, a także wszystkich osób zainteresowanych powyższą tematyką. Kolejny raz zrealizowano założenie, iż konferencje BNT są miejscem do prezentacji i upowszechniania aktualnych wyników badań, prac i wdrożeń a także informacji o nich, przeglądu wiedzy i rozwiązań, a także wymiany poglądów i doświadczeń różnych środowisk zainteresowanych bezpieczeństwem intensywnie rozwijających się nowych technologii.

Szczegółowy zakres Konferencji obejmował następujące zagadnienia:

- bezpieczeństwo nowych technologii;
- robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej;
- identyfikacja i ocena zagrożeń powodowanych przez nowe technologie;
- bezpieczeństwo pożarowe magazynów energii, kluczowe czynniki wpływające na bezpieczeństwo użytkowania magazynów energii;
- zabezpieczenia przeciwpożarowe, fizyczne i chemiczne na poziomie ogniw baterii;
- systemy zarządzania bateriami (np. BMS, TMS);
- urządzenia, pojazdy elektryczne i instalacje OZE wyposażone w baterie elektryczne jako potencjalne zagrożenie pożarem;
- wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dla obiektów budowlanych, wyposażonych w instalacje OZE z magazynowaniem energii elektrycznej, przeznaczonych do parkowania i ładowania pojazdów elektrycznych;

- nowe rozwiązania i technologie w ochronie przeciwpożarowej;
- prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych podczas zdarzeń z udziałem baterii elektrycznych, magazynów energii, napędów wodorowych i innych nowych technologii.

3. Przebieg konferencji

Konferencja naukowa CNBOP-PIB została podzielona na trzy sesje:

Sesja 1. Bezpieczeństwo nowych technologii – bezpieczeństwo nowych technologii; robotyka i sztuczna inteligencja w ochronie przeciwpożarowej; identyfikacja i ocena zagrożeń powodowanych przez nowe technologie,

Sesja 2. Bezpieczeństwo pożarowe magazynów energii – bezpieczeństwo pożarowe magazynów energii, kluczowe czynniki wpływające na bezpieczeństwo użytkowania magazynów energii; zabezpieczenia przeciwpożarowe, fizyczne i chemiczne na poziomie ogniw baterii; systemy zarządzania bateriami (np. BMS, TMS); urządzenia, pojazdy elektryczne i instalacje OZE wyposażone w baterie elektryczne jako potencjalne zagrożenie pożarem; wymagania w zakresie ochrony przeciwpożarowej dla obiektów budowlanych, wyposażonych w instalacje OZE z magazynowaniem energii elektrycznej, przeznaczonych do parkowania i ładowania pojazdów elektrycznych,

Sesja 3. Bezpieczeństwo nowych technologii – wiedza, nowe rozwiązania, produkty, systemy, usługi, procedury, edukacja.

Dodatkowo, w ramach pierwszej i drugiej sesji, przeprowadzony został panel dyskusyjny z udziałem uczestników zarówno tych obecnych na sali, jak i uczestniczących online.

3.1. Sesja pierwsza – Bezpieczeństwo nowych technologii

W trakcie pierwszej sesji moderowanej przez pana st. bryg. dr. hab. inż. Jacka Zboinę, przedstawione i dyskutowane były następujące kwestie:

1) Rozwój farmy robotów – w kierunku – agenci AI – pani mgr Agnieszka Wilczek,
2) Nowoczesna edukacja i przekaz w obszarze bezpieczeństwa nowych technologii – pan Krzysztof Kujawski i pan Paweł Mazurkiewicz,
3) Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie ludności i ratownictwie – pani dr hab. Aleksandra Skrabacz, prof. WAT, pani dr Justyna Stochaj,
4) Bezpieczeństwo nowych technologii na podstawie doświadczeń z badań własnych Instytutu – pan dr inż. Tomasz Popielarczyk,
5) Wykorzystanie sztucznej inteligencji i innych nowych technologii do wsparcia czynności ratowniczych, dowodzenia i dostępu do informacji – badania wstępne – pan mgr inż. Paweł Bujny,

3.1.1. Rozwój farmy robotów – w kierunku – Agenci AI

Pani Agnieszka Wilczek przedstawiała działania Krajowej Administracji Skarbowej (KAS) w zakresie automatyzacji i robotyzacji procesów administracyjnych, ze szczególnym uwzględnieniem transformacji w kierunku systemów opartych na sztucznej inteligencji. Obecnie w KAS działa już 85 robotów, które wykonały ponad 2,5 mln operacji, co przełożyło się na uwolnienie 470 etatów (FTE – Full-Time Equivalent).

Szczególnym przykładem skutecznego wdrożenia jest robot R62, który automatyzuje proces weryfikacji aktów notarialnych przekazywanych do KAS, przetwarzając dziennie ponad 16 tysięcy dokumentów i uwalniając ponad 60 etatów (FTE). Kolejnym robotem jest R64, wdrożony w 366 urzędach skarbowych, odpowiadający na zapytania wierzyciela UFG – zwiększając skuteczność egzekucji należności publicznych i poprawiając płynność finansową funduszu. Z kolei robot R51 codziennie wspiera działania zapobiegające zbywaniu majątku i optymalizujące działania egzekucyjne.

Prezentacja ukazuje także zastosowanie narzędzi AI w procesach analitycznych, m.in. w Departamencie Analiz KAS, gdzie rozwijany jest system identyfikacji kodów CN na podstawie danych z faktur, oraz w Departamencie Finansów i Księgowości, gdzie prowadzona jest automatyczna ekstrakcja danych z umów. Zastosowanie AI umożliwia analizę danych w skali mikro i makro, zwiększa jakość danych i efektywność procesów.

Sztuczna inteligencja znajduje również zastosowanie w procesie wydawania interpretacji podatkowych – rocznie to ponad 25 tys. rozstrzygnięć. AI wspiera analizę wniosków, identyfikację podobnych przypadków i ułatwia podejmowanie decyzji. Innowacyjnym rozwiązaniem jest też system „OKO RENTGEN", który wspiera wykrywanie przemytu papierosów na przejściach granicznych. W ciągu trzech lat ujawniono dzięki niemu przemyt 92 mln sztuk papierosów o wartości ok. 121 mln zł.

Ministerstwo Finansów stawia także na rozwój kompetencji cyfrowych pracowników. Program „Akademia robotyzacji" łączy szkolenia z pilotażami rozwiązań RPA, rozwijając nowe role – analityków i deweloperów robotów. Całość działań wspierana jest przez hybrydowy model Center of Excellence, zapewniający spójność wdrożeń i rozwój wiedzy. W zakończeniu podkreślono, że systemy AI to maszyny zdolne do samodzielnego działania, które uczą się, adaptują i generują wyniki na podstawie danych wejściowych – realizując zadania zgodnie z celami organizacyjnymi.

3.1.2. Nowoczesna edukacja i przekaz w obszarze bezpieczeństwa nowych technologii

Prezentacja „Humanverse" autorstwa pana Krzysztofa Kujawskiego i pana Pawła Mazurkiewicza to nowoczesna eksploracja potencjału sztucznej inteligencji w obszarze kreatywnych technologii, ze szczególnym naciskiem na edukację, komunikację i marketing. Autorzy ukazują, jak wirtualne byty – chatboty, awatary i influencerzy – przestają być jedynie ciekawostką technologiczną, a stają się realnymi narzędziami oddziałującymi na użytkowników w przestrzeni cyfrowej. Humanverse to ekosystem, w którym AI wspiera generowanie treści wideo, muzyki, obrazów, a także tworzy spersonalizowane modele komunikacji głosowej i wizualnej, dostosowane do kontekstu i potrzeb odbiorcy.

Centralną postacią omawianą w prezentacji jest Meta_Queen – pierwsza wirtualna influencerka w Polsce, która prowadzi aktywną działalność w mediach społecznościowych, współpracuje z markami (m.in. kampania dla Douglasa), pojawia się w mediach tradycyjnych i uczestniczy w międzynarodowych projektach marketingowych. Wirtualni influencerzy, jak Meta_Queen, stanowią odpowiedź na rosnącą nieprzewidywalność i kontrowersyjność działań ich ludzkich odpowiedników – są w pełni kontrolowani przez twórców, odporni na wizerunkowe kryzysy i w 100% stanowią własność marek.

Twórcy prezentacji podkreślają potencjał edukacji prewencyjnej i kryzysowej tych technologii. Wirtualne postacie mogą tłumaczyć zasady bezpieczeństwa, ewakuacji czy pierwszej pomocy – w sposób przystępny i dopasowany do konkretnej grupy odbiorców (dzieci, seniorzy, osoby z barierami językowymi). Ich obecność w mediach społecznościowych w czasie kryzysów może okazać się bardziej skuteczna niż tradycyjne formy komunikacji rządowej. Z badań cytowanych w prezentacji wynika również, że użytkownicy darzą takie postacie zaufaniem, co przekłada się na skuteczność ich przekazu.

Ważnym aspektem omawianym w prezentacji jest rola awatarów i chatbotów jako nowych interfejsów do krytycznych systemów. Interaktywne awatary konwersacyjne mogą pełnić funkcje asystentów dostępnych 24/7, wspierać działania sprzedażowe, edukacyjne i magazynowe, a także analizować zachowania użytkowników. Chatboty oparte na dużych modelach językowych (LLM) mogą natychmiastowo odpowiadać na pytania z zakresu procedur bezpieczeństwa i tłumaczyć komunikaty na wiele języków, wspierając cudzoziemców w sytuacjach kryzysowych. Ich zastosowania są praktycznie nieograniczone – od informacji turystycznych, przez obsługę klienta, aż po komunikację w czasie katastrof.

Autorzy uczulają jednak, że AI wymaga nadzoru i odpowiedniego przygotowania – przywołują przykład błędnych odpowiedzi udzielanych przez chatboty w warunkach realnych, które mogą mieć poważane konsekwencje. Dlatego podkreślają wagę odpowiedzialnego projektowania tych systemów i ich testowania w kontekście użyteczności oraz bezpieczeństwa.

Podsumowując, prezentacja ukazuje chatboty, awatary i wirtualnych influencerów jako nowy, przyszłościowy interfejs pomiędzy człowiekiem a technologią – narzędzia, które mogą rewolucjonizować zarówno edukację, komunikację społeczną, jak i działania promocyjne marek, pod warunkiem ich świadomego i odpowiedzialnego wdrażania.

3.1.3. Wykorzystanie sztucznej inteligencji w ochronie ludności i ratownictwie

Prezentacja stanowi przegląd możliwości, jakie daje współczesna sztuczna inteligencja (AI) w obszarze bezpieczeństwa cywilnego i zarządzania kryzysowego. Autorzy, korzystając z metody desk research, analizują dostępne materiały i studia przypadków z całego świata, aby wskazać, w jaki sposób AI może wspierać działania prewencyjne i ratownicze w sytuacjach zagrożenia.

Główną tezą opracowania jest wskazanie wpływu sztucznej inteligencji na podniesienie poziomu bezpieczeństwa ludności oraz zwiększenie efektywności działania służb odpowiedzialnych za reagowanie kryzysowe. AI, coraz śmielej wkraczająca do życia codziennego, znajduje szerokie zastosowanie zarówno w prognozowaniu i zapobieganiu katastrofom, jak i reagowaniu na sytuacje nadzwyczajne w czasie rzeczywistym – od klęsk żywiołowych po zagrożenia terrorystyczne i cyberataki.

W ujęciu ogólnym AI rozumiana jest jako dziedzina informatyki zajmująca się tworzeniem systemów zdolnych do samouczenia się, przystosowywania do dynamicznych warunków, prowadzenia rozumowania i podejmowania decyzji. Na potrzeby ochrony ludności, sztuczna inteligencja może być wykorzystywana w wielu obszarach. Wśród przykładów przytoczonych w prezentacji znalazły się m.in.: inteligentne systemy irygacyjne, wykrywanie pożarów (np. system ALERTCalifornia), prognozowanie meteorologiczne, kompleksowe systemy zarządzania kryzysowego (jak R100), wykrywanie zagrożeń terrorystycznych (projekt APPRAISE), ochrona granic, systemy ratownictwa (projekt Search and Rescue) oraz rozwiązania wspierające reagowanie na katastrofy (Rapid Analytics for Disaster Response – RADR).

W zakresie transportu i infrastruktury drogowej podkreślono znaczenie inteligentnych systemów transportowych (ITS), które dzięki AI umożliwiają m.in. automatyczne wykrywanie wypadków, skracanie czasu reakcji służb ratowniczych oraz wspierają diagnostykę techniczną pojazdów. Rozwiązania te łączą technologie informatyczne, pomiarowe, automatyczne i telekomunikacyjne w celu poprawy bezpieczeństwa oraz płynności ruchu drogowego.

W kontekście wyzwań i szans płynących z implementacji AI autorzy zwracają uwagę na takie aspekty jak: szybkość analizy dużych zbiorów danych, możliwość monitorowania zagrożeń w czasie rzeczywistym, zwiększenie świadomości sytuacyjnej i automatyzacje procesu decyzyjnego. Z drugiej strony, nie pomijają potencjalnych zagrożeń – etycznych, technologicznych i społecznych – w tym kwestii bezpieczeństwa danych, ograniczonej skuteczności rozwiązań w różnych kontekstach lokalnych oraz potrzeby zapewnienia przejrzystości i kontroli nad algorytmami.

Podsumowując, sztuczna inteligencja w ochronie ludności to nie tylko przyszłościowa koncepcja, lecz już dziś realne wsparcie dla działań profilaktycznych i operacyjnych służb ratunkowych. Jej odpowiedzialne wdrażanie może znacząco zwiększyć odporność społeczeństwa na różnego rodzaju zagrożenia oraz usprawnić zarządzanie sytuacjami kryzysowymi. Jednocześnie wymaga stałego monitorowania skutków jej użycia oraz rozważnego podejścia do zagadnień związanych z etyką, prywatnością i zrównoważonym rozwojem technologii.

3.1.4. Bezpieczeństwo nowych technologii na podstawie doświadczeń z badań własnych Instytutu

Prezentacja przygotowana przez pana dr. inż. Tomasza Popielarczyka z Zespołu Laboratoriów Sygnalizacji Alarmu Pożaru i Automatyki Pożarniczej CNBOP-PIB przedstawia zagadnienie bezpieczeństwa nowych technologii na podstawie doświadczeń z badań własnych Instytutu. Autor skupia się na praktycznym i systemowym podejściu do oceny bezpieczeństwa innowacyjnych rozwiązań, kładąc nacisk na odpowiedzialność nie tylko producentów i dostawców technologii, ale także ustawodawców, jednostek certyfikujących i użytkowników końcowych.

Bezpieczeństwo nowych technologii rozumiane jest jako zapewnienie, że innowacyjne rozwiązania są bezpieczne dla użytkowników, infrastruktury oraz środowiska. W prezentacji zaprezentowano szeroki wachlarz tematów badawczych prowadzonych w CNBOP-PIB, które są finansowane ze środków statutowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz z Funduszu Badań Własnych. Zakres tych prac obejmuje m.in. badania wyposażenia technicznego straży pożarnych, bezpieczeństwa pracy strażaków, metod badawczych pojazdów i sprzętu pożarniczego, a także opracowywanie nowych rozwiązań technologicznych w zakresie ochrony przeciwpożarowej i środowiskowej.

W obszarze szczególnych zainteresowań badawczych znalazły się tematy związane z oceną wybuchowości substancji palnych, skutecznością działania systemów gaszenia wodnego i mgłowego, badaniami podzespołów stałych urządzeń gaśniczych, zagrożeniami pożarowymi związanymi z kablami elektrycznymi oraz bezpieczeństwem użytkowania systemów magazynowania energii. Instytut zajmuje się również analizą skuteczności środków gaśniczych, w tym ich składu chemicznego i emisji substancji niebezpiecznych, co ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo użytkowników i ochronę środowiska.

Prezentacja wskazuje także na rozwój infrastruktury badawczej i nowe stanowiska laboratoryjne, takie jak stanowisko do badania narzędzi hydraulicznych, elementów systemów oddymiających czy czujek liniowych dymu. Prowadzone prace badawcze przekładają się na opracowywanie wytycznych, standardów oraz poradników – dokumentów niezwykle istotnych dla projektantów, instalatorów i użytkowników systemów ochrony przeciwpożarowej. Wśród nich warto wymienić m.in. wytyczne dotyczące systemów integrujących urządzenia przeciwpożarowe, zabezpieczeń przeciwpożarowych w garażach dla pojazdów elektrycznych i hybrydowych plug-in czy dźwiękowych systemów ostrzegawczych.

CNBOP-PIB poprzez własne badania wspiera również Państwową i Ochotniczą Straż Pożarną, organizując szkolenia, konferencje i warsztaty, które przyczyniają się do rozwoju kompetencji zawodowych oraz wzmocnienia potencjału naukowego i operacyjnego instytucji związanych z bezpieczeństwem publicznym. Całość działań Instytutu zmierza do zapewnienia zgodności innowacyjnych technologii z wymaganiami bezpieczeństwa oraz ich efektywnej integracji z istniejącymi systemami ochrony. W ten sposób CNBOP-PIB aktywnie uczestniczy w budowaniu nowoczesnej, opartej na wiedzy i badaniach, kultury bezpieczeństwa technicznego w Polsce.

3.1.5. Wykorzystanie sztucznej inteligencji i innych nowych technologii do wsparcia czynności ratowniczych, dowodzenia i dostępu do informacji – badania wstępne

Prezentacja autorstwa pana mgr. inż. Pawła Bujnego koncentruje się na potencjale sztucznej inteligencji (SI) we wspomaganiu działań straży pożarnej oraz służb ratunkowych. Projekt przedstawiony w wystąpieniu nosi nazwę Płomyczek i ma na celu stworzenie innowacyjnego systemu wspierającego strażaków w czasie rzeczywistym – zarówno na etapie reagowania, jak i edukacji oraz profilaktyki.

Podstawą projektu jest budowa własnego modelu SI, pozwalającego zachować pełną kontrolę nad danymi i bezpieczeństwem informacji, szczególnie w tak wrażliwym obszarze jak ochrona przeciwpożarowa. Rozwiązanie takie umożliwia precyzyjne dostosowanie systemu do rzeczywistych potrzeb służb ratowniczych oraz uniezależnienie się od komercyjnych rozwiązań, które często są kosztowne i nieelastyczne. Główne założenia systemu Płomyczek obejmują: przetwarzanie dużych ilości danych w czasie rzeczywistym, generowanie rekomendacji dla dowódców (KDR) i dyspozytorów, dostęp do danych operacyjnych (np. lokalizacji hydrantów, informacji pogodowych, danych z systemu wspomagania decyzji), a także prowadzenie działań edukacyjnych i profilaktycznych wśród społeczeństwa.

W planie rozwoju projektu przewidziano m.in. analizę danych, eksplorację cech, wybór architektury modelu, trenowanie algorytmów oraz ich integrację z istniejącymi systemami.

Projekt wspierany jest przez interdyscyplinarny zespół specjalistów CNBOP-PIB – informatyków, audytorów bezpieczeństwa informacji oraz praktyków z doświadczeniem w administracji i edukacji. W dalszej fazie planowany jest rozwój funkcji głosowej oraz fine-tuning dużego modelu językowego (LLM), co umożliwi przekazywanie zaleceń operacyjnych w czasie rzeczywistym – głosowo, bez konieczności obsługi wizualnej.

Celem końcowym projektu jest stworzenie Inteligentnego Asystenta Ratownika (IAR) – narzędzia, które będzie wspierało strażaków bezpośrednio w terenie, pomagając im podejmować lepsze, szybsze i trafniejsze decyzje, jednocześnie zmniejszając obciążenie psychiczne i organizacyjne. W prezentacji podkreślono również znaczenie synergii między inżynierią informatyczną a praktyką ochrony przeciwpożarowej, co czyni projekt Płomyczek przykładem nowoczesnego, interdyscyplinarnego podejścia do bezpieczeństwa publicznego.

Podsumowując, przedstawione rozwiązanie ma realny potencjał do transformacji pracy jednostek ratowniczych. Integrując nowoczesne technologie informatyczne z wiedzą operacyjną służb, Płomyczek może stać się filarem przyszłych systemów wspomagania decyzji w sytuacjach zagrożenia. Zastosowanie SI w straży pożarnej może w efekcie przyczynić się do poprawy skuteczności działań ratunkowych oraz zwiększenia bezpieczeństwa samych ratowników i osób poszkodowanych.

3.2. Sesja druga – Bezpieczeństwo pożarowe magazynów energii

W trakcie drugiej sesji, moderowanej przez pana dr. inż. Jarosława Tępińskiego, poruszone zostały kwestie o następującej tematyce:

1) Zagrożenia wynikające z użytkowania magazynów energii – pan dr inż. Jarosław Tępiński,
2) Badania magazynów energii w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, wstępny raport z badań Instytutu – pan bryg. mgr inż. Wojciech Klapsa,
3) Magazyny energii okiem rynku ubezpieczeniowego – pan Marcin Zimowski

3.2.1. Zagrożenia wynikające z użytkowania magazynów energii

Prezentacja pana dr. inż. Jarosława Tępińskiego przedstawia kompleksową analizę ryzyk związanych z eksploatacją elektrochemicznych magazynów energii oraz ich wpływu na bezpieczeństwo budynków i ludzi. W obliczu rosnącego udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w krajowym systemie energetycznym oraz potrzeby jego bilansowania, magazyny energii zyskują na znaczeniu jako element stabilizujący sieć elektroenergetyczną, minimalizujący straty w przesyle i zabezpieczający przed skutkami awarii. Jednocześnie jednak ich użytkowanie wiąże się z szeregiem istotnych zagrożeń.

Magazyny elektrochemiczne różnią się pod względem skali (od domowych po wielkoskalowe), lokalizacji instalacji oraz typu użytych baterii. Niezależnie jednak od konstrukcji, składają się one z kilku kluczowych elementów: baterii elektrochemicznych, systemu zarządzania baterią (BMS), przekształtników energoelektronicznych, systemu zarządzania energią (EMS), a także instalacji elektrycznych, chłodzenia i zabezpieczeń. W zależności od potrzeb, stosuje się różne typy baterii, takie jak: litowo-żelazowo-fosforanowe (LFP), litowo-niklowo-manganowo-kobaltowe (NMC), litowo-tytanowe (LTO), sodowo-jonowe (SIB), kwasowo-ołowiowe (LAB) czy wanadowe przepływowe (VRFB).

Podstawowym zagrożeniem jest możliwość awarii (ogniwa) baterii. Czynniki takie jak uszkodzenia mechaniczne, przeładowanie, zwarcia, wysoka temperatura czy wady produkcyjne mogą prowadzić do wzrostu temperatury i ciśnienia wewnątrz ogniwa. Może to skutkować odparowaniem elektrolitu, emisją dymu, iskrzeniem, a w skrajnych przypadkach – pożarem lub wybuchem. Proces ten może się rozwijać w sposób gwałtowny i trudny do opanowania, prowadząc do efektu „ucieczki termicznej".

Zagrożenia związane z eksploatacją magazynów energii obejmują m.in.: ryzyko pożaru, porażenie prądem, emisję toksycznych i żrących substancji chemicznych, oparzenia chemiczne, ryzyko wybuchu gazów, a także korozję

elementów infrastruktury w pobliżu baterii. Charakterystyczne cechy pożarów tego typu to ich gwałtowny przebieg, uwalnianie toksyn, wydzielanie dużych ilości dymu oraz możliwość samozapłonu nawet po zakończeniu akcji gaśniczej.

Ważnym elementem działań prewencyjnych jest szybkie rozpoznawanie symptomów awarii, takich jak: deformacja baterii, wzrost temperatury, pojawienie się gazów lub dymu, zapach spalenizny, iskrzenie czy dźwięki dobiegające z wnętrza urządzenia. Kluczowe dla skuteczności akcji ratowniczo-gaśniczych są również: wczesna detekcja pożaru, skuteczna wentylacja, przerwanie procesu nagrzewania oraz ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia przed przybyciem służb ratowniczych.

3.2.2. Badania magazynów energii w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, wstępny raport z badań Instytutu

Prezentacja pana bryg. mgr. inż. Wojciecha Klapsy z Zespołu Laboratoriów Procesów Spalania i Wybuchowości przedstawia założenia eksperymentalne oraz pierwsze wyniki w zakresie oceny zagrożeń związanych z pożarami elektrochemicznych magazynów energii. Jest to odpowiedź na rosnące znaczenie tych systemów w strukturze zasilania energetycznego, przy jednoczesnym braku wystarczających danych empirycznych dotyczących ich zachowania w warunkach pożaru.

Badania przeprowadzono w specjalnie przygotowanym pomieszczeniu testowym o wymiarach 4 × 3,2 × 2,6 metra (kubatura 33,3 m³), odwzorowującym typowe warunki przestrzenne dla lokalizacji domowych lub niewielkich instalacji przemysłowych. Układ wentylacyjny oparto na nawiewie z poziomu podłogi oraz wywiewie umieszczonym przy suficie. Wnętrze pomieszczenia wyposażono w magazyn energii poddany kontrolowanemu zapłonowi w celu prześledzenia rozwoju pożaru oraz skutków jego oddziaływania na otoczenie.

Pomiar zjawisk towarzyszących prowadzono za pomocą szerokiego zestawu czujników i urządzeń rejestrujących. W 32 punktach pomiarowych rozmieszczono termopary typu K o zakresie do 1100˚C, dodatkowo wykorzystano kamerę termowizyjną do wizualizacji rozkładu temperatur. Monitorowano także poziom promieniowania cieplnego – zastosowano cztery czujniki SB o zakresach 10, 50 i 100 kW/m^2, co umożliwiło precyzyjne określenie poziomu zagrożenia w bezpośrednim sąsiedztwie urządzenia. Istotnym aspektem była także analiza transmitancji światła – zrealizowana za pomocą fotokomórki i lasera – pozwalająca ocenić gęstość dymu i wpływ na widoczność, co ma bezpośrednie znaczenie dla ewakuacji i działań ratowniczo-gaśniczych.

Ważnym elementem eksperymentu było również zbadanie emisji gazów toksycznych oraz obecności szkodliwych substancji osadzających się na ubraniach specjalnych strażaków, co może wpływać na wtórne zagrożenia po akcji gaśniczej. Prezentacja zawiera odniesienia do materiału filmowego zrealizowanego w trakcie prób ogniowych, który dokumentuje rozwój pożaru oraz warunki panujące w pomieszczeniu podczas zapłonu i trwania spalania.

Prowadzone badania wpisują się w szerszy kontekst działań CNBOP-PIB na rzecz zapewnienia bezpiecznego wdrażania nowoczesnych technologii energetycznych – zarówno w sektorze prywatnym, jak i publicznym.

Wyniki kolejnych etapów będą miały istotne znaczenie dla rozwoju normatywów technicznych, praktyk strażackich oraz procedur ewakuacyjnych w obiektach wyposażonych w systemy magazynowania energii.

3.2.3. Magazyny energii okiem rynku ubezpieczeniowego

Prezentacja przygotowana przez panów Marcina Zimowskiego i Jacka Borowskiego przedstawia aktualne wyzwania i doświadczenia rynku ubezpieczeniowego związane z bateryjnymi systemami magazynowania energii (BESS). Prezentacja zawiera analizę szkód związanych z magazynami energii, identyfikację zagrożeń oraz wskazówki dotyczące odpowiedzialnego zarządzania ryzykiem i ochrony ubezpieczeniowej.

BESS, czyli bateryjne systemy magazynowania energii, to rozwiązania coraz powszechniej wykorzystywane w integracji odnawialnych źródeł energii oraz stabilizacji sieci elektroenergetycznych. Jednakże z uwagi na swoją specyfikę technologiczną i zagrożenia związane m.in. z przegrzewaniem, ucieczką termiczną (*thermal runaway*) czy degradacją komponentów, stanowią trudne wyzwanie dla ubezpieczycieli. Przykłady groźnych incydentów z przeszłości – takich jak pożar w Carnegie Road (Liverpool, 2020), pożar podczas testów w Australii (2021), czy seria 23 zdarzenia w Korei Południowej w latach 2017–2019 – uwidaczniają skalę ryzyka.

Z punktu widzenia branży ubezpieczeniowej, najistotniejsze wyzwania to m.in. ryzyko pożaru, długi czas odtworzenia kluczowych komponentów (głównie transformatory), ekspozycja na klęski żywiołowe, niestabilność przychodów z instalacji, degradacja wydajności systemu oraz ryzyka cybernetyczne. W przypadku ucieczki termicznej mówimy o reakcji łańcuchowej, która szybko rozprzestrzenia się pomiędzy modułami baterii, nierzadko prowadząc do zniszczenia całej instalacji. Tymczasem proces odbudowy po takim incydencie może zająć nawet do 24 miesięcy, co znacząco wpływa na poziom przychodów i powoduje problemy z pojemnością ubezpieczeniową.

Coraz większe znaczenie mają działania prewencyjne i techniczne standardy zabezpieczeń, takie jak separacja ogniw, testy zgodne z UL9540A, instalacje tryskaczowe, detektory gazu, systemy chłodzenia oraz współpraca z lokalnymi jednostkami straży pożarnej. Na znaczeniu zyskuje również monitoring IR oraz zarządzanie częściami zamiennymi i systemami zarządzania ryzykiem.

Ważnym elementem prezentacji są również wnioski płynące z doradztwa świadczonego przez Marsh – od oceny ryzyka jeszcze przed budową, przez szkolenia, po wsparcie w doborze ochrony i analizie scenariuszy strat (PML/EML). Ubezpieczyciele pytają dziś o szeroki zakres kwestii: od technologii baterii i doświadczenia wykonawców, przez odległości między komponentami, aż po przygotowanie geotechniczne i systemy detekcji i wentylacji. Warunki ubezpieczenia, jak pokazano, różnią się w zależności od jakości ryzyka i rynku, a składki mogą sięgać kilku promili sumy ubezpieczenia – w zależności od poziomu zabezpieczeń i historii projektu.

Podsumowując, systemy BESS postrzegane są przez rynek ubezpieczeniowy jako innowacyjne, ale równocześnie obarczone wysokim ryzykiem technologicznym, finansowym i operacyjnym. Skuteczna ochrona wymaga podejścia kompleksowego: od właściwej konstrukcji i eksploatacji, po dokładną analizę ryzyka i odpowiednio skrojone

ubezpieczenia. Prezentacja podkreśla, że to właśnie integracja technologii z praktyką zarządzania ryzykiem będzie decydująca dla przyszłości tego sektora.

3.2.4. Panel dyskusyjny

W rozmowie uczestniczyli przedstawiciele różnych instytucji – naukowych, przemysłowych i ubezpieczeniowych – dzieląc się swoimi doświadczeniami i spostrzeżeniami na temat bezpieczeństwa eksploatacji systemów magazynowania energii, z naciskiem na ryzyka pożarowe, techniczne i regulacyjne.

Poruszane zagadnienia:

1) **Złożoność problematyki magazynów energii**

   Paneliści zgodzili się, że rozwój technologii magazynowania energii, szczególnie baterii litowo-jonowych, niesie ogromne korzyści dla systemu elektroenergetycznego, ale jednocześnie wiąże się z istotnymi zagrożeniami. Zwrócono uwagę na tzw. „ucieczkę termiczną" jako jedno z najtrudniejszych do przewidzenia i kontrolowania zjawisk.

2) **Braki w regulacjach i normach**

   Wielokrotnie podkreślano, że obecne przepisy prawa nie nadążają za rozwojem technologicznym, co tworzy luki w zakresie projektowania, instalacji i użytkowania magazynów energii. Postulowano potrzebę opracowania wytycznych i norm dostosowanych do polskich realiów i poziomu zagrożeń.

3) **Potrzeba badań i wymiany wiedzy**

   Zauważono, że brakuje wiarygodnych wyników badań eksperymentalnych nad zachowaniem magazynów energii w warunkach awaryjnych (np. pożaru), które mogłyby stanowić podstawę dla tworzenia regulacji, projektowania instalacji i ich zabezpieczeń. W tym kontekście doceniono działania CNBOP-PIB i innych jednostek naukowo-badawczych prowadzących badania naukowe, jak i pierwsze w skali rzeczywistej eksperymenty w zakresie bezpieczeństwa pożarowego magazynów. Podczas konferencji przedstawiono wstępny raport z badań. Uzupełnieniem do tego wykładu była transmisja z obiektu badawczego, w którym według różnych scenariuszy zbadany zostanie wpływ: stanów awaryjnych, oddziaływania termicznego oraz uszkodzenia mechanicznego magazynów energii. Badania te odbyły się w ramach unikalnego programu badawczego CNBOP-PIB dot. bezpieczeństwa pożarowego magazynów energii. Program jest kontynuowany. W programie bierze udział szerokie grono ekspertów reprezentujących różne branże, instytucje i podmioty. Końcowym rezultatem będą opublikowane przez CNBOP-PIB wyniki z pełnoekranowych badań magazynów energii w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w dalszej kolejności *Wytyczne w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowej magazynów energii.*

4) **Rola ubezpieczycieli i praktyk rynkowych**

Przedstawiciele rynku ubezpieczeniowego zwrócili uwagę, że ze względu na brak historii szkodowej i trudności w ocenie ryzyka, magazyny energii są trudne do ubezpieczenia. Wskazano, że dostępność ochrony ubezpieczeniowej będzie uzależniona od spełnienia rygorystycznych standardów technicznych oraz transparentności danych projektowych i operacyjnych.

5) **Potrzeba współpracy międzybranżowej**

Wszyscy uczestnicy podkreślili wagę współpracy pomiędzy projektantami, inwestorami, służbami ratowniczymi, jednostkami certyfikującymi oraz ubezpieczycielami. Wspólne działania na rzecz bezpieczeństwa – od projektu, przez montaż, aż po eksploatację – uznano za kluczowe dla zrównoważonego rozwoju technologii magazynowania energii. Doceniono ponadto realizowane już i podejmowane kolejne inicjatywy i działania w tym zakresie. Wyniki badań w zakresie rozwoju pożaru, rozkładu temperatur, wielkości promieniowania, wydzielania ciepła i produktów spalania są kluczowe dla zdefiniowania niezbędnych warunków ochrony przeciwpożarowej, w tym lokalizacji magazynów energii oraz wymagań dla stosowanych do ich ochrony urządzeń przeciwpożarowych. W ramach programu badawczego CNBOP-PIB, wspólnie z partnerami, zaplanowano, niezależnie od już wykonanych badań, kolejne badania, w których monitorowane będą dodatkowo parametry BMS magazynów energii, a także przeprowadzone będą badania, gdzie testom poddany zostanie system detekcji pożarowej dedykowany ochronie magazynu energii, a także skuteczność gaśnicza dedykowanych urządzeń i środków gaśniczych.

Wnioski z dyskusji

1) **Technologie muszą być rozwijane równolegle z normami bezpieczeństwa.** Bez tego trudno mówić o odpowiedzialnym wdrażaniu innowacji.
2) **Konieczne jest budowanie polskiej bazy wiedzy eksperymentalnej** – poprzez testy, badania ogniowe i modelowanie zagrożeń – aby opracowywać skuteczne procedury i standardy.
3) **Bezpieczeństwo eksploatacji magazynów energii musi być systemowo analizowane**: z uwzględnieniem aspektów inżynierskich, prawnych, operacyjnych i finansowych.
4) **Ubezpieczenia mogą być ważnym narzędziem wymuszającym odpowiednie standardy techniczne**, jednak ich dostępność będzie zależna od jakości projektów i otwartości inwestorów na audyty.
5) **Konieczne jest edukowanie projektantów, wykonawców i użytkowników** – zarówno w zakresie zagrożeń technicznych, jak i organizacyjnych – aby minimalizować ryzyko błędów ludzkich.
6) **Branża potrzebuje forum do stałej wymiany doświadczeń**, takiego jak konferencje, sieci współpracy, projekty, wdrożenia i inicjatywy standaryzacyjne.

W trakcie dyskusji sformułowano wniosek, że temat bezpieczeństwa magazynów energii znajduje się w centrum zainteresowania wielu środowisk i wymaga pilnych, skoordynowanych działań, by wykorzystać potencjał tych technologii w sposób bezpieczny i zgodny z interesem publicznym.

3.3. Bezpieczeństwo nowych technologii – wiedza, nowe rozwiązania, produkty, systemy, usługi, procedury, edukacja

W trakcie trzeciej sesji moderowanej przez pana dr. inż. Michała Chmiela, poruszone zostały kwestie o tematyce:

1) Wymagania i badania robotów ratowniczych – pan mgr inż. Norbert Pahlke,
2) iSprink Home i iSprink – inteligentne systemy detekcji i gaszenia pożarów w kontekście bezpieczeństwa nowych technologii – pan Dariusz Kot,
3) Hybrydowa metoda oceny parametrów przepływu wentylatorów ratowniczych – pan dr inż. Piotr Kaczmarzyk,
4) Rozwiązania dedykowane prowadzeniu działań ratowniczych w garażach podczas pożaru pojazdu elektrycznego – pan Wacław Kozubal,
5) Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych na dachach płaskich – pan mgr inż. Arkadiusz Waligóra,
6) Metody sztucznej inteligencji w ocenie ryzyka chemicznego zaawansowanych materiałów nowej generacji: szanse i wyzwania – pani Alicja Mikołajczyk.

3.3.1. Wymagania i badania robotów ratowniczych

Prezentacja autorstwa pana Norberta Pahlke z Feuerwehr Dortmund stanowi wnikliwy przegląd procesu tworzenia i wdrażania nowych technologii z zakresu robotyki ratowniczej, z uwzględnieniem doświadczeń praktycznych, potrzeb użytkowników oraz wyzwań stojących przed jednostkami badawczymi i przemysłem. Kluczowym przesłaniem prezentacji jest to, że skuteczne innowacje powstają tylko wtedy, gdy użytkownicy końcowi – w tym przypadku strażacy – są włączani w proces badawczo-rozwojowy od samego początku.

Robotyka ratownicza rozwija się jako odpowiedź na poważne wyzwania operacyjne, w tym katastrofy naturalne i uszkodzenia infrastruktury, które wymagają nowych sposobów logistyki wewnętrznej oraz adaptacji do zmieniających się warunków. Technologie te mają wypełniać obszary, gdzie konwencjonalne metody działania są niewystarczające lub nieefektywne.

Jednak, jak zauważa autor, sukces nowego rozwiązania technologicznego zależy od jego prostoty, możliwości zastosowania w różnych sytuacjach oraz integracji z istniejącymi procedurami operacyjnymi. Urządzenia, które komplikują pracę ratowników lub są zbyt specjalistyczne, szybko są porzucane. Dlatego niezbędne jest ścisłe partnerstwo między użytkownikami, jednostkami badawczymi i producentami. Wspólne testy, projektowanie interfejsów użytkownika (GUI), opracowanie profilu zastosowania, a także integracja nowych rozwiązań z rzeczywistymi procedurami operacyjnymi to fundamenty skutecznego wdrożenia.

Prelekcja podkreśla znaczenie integracji teorii i praktyki w doskonaleniu rozwiązań dla służb ratowniczych. Kluczowe jest wspólne projektowanie, testowanie i wdrażanie systemów, które będą nie tylko nowoczesne, ale przede wszystkim użyteczne i akceptowalne przez użytkowników końcowych. To właśnie współpraca, zrozumienie operacyjnych realiów oraz otwartość na doświadczenie strażaków pozwala przekształcać koncepcje technologiczne w rzeczywiste, działające narzędzia ratujące życie.

3.3.2. iSprink Home i iSprink – inteligentne systemy detekcji i gaszenia pożarów w kontekście bezpieczeństwa nowych technologii

Prezentacja pana Dariusza Kota stanowi kompleksowy przegląd współczesnych zagrożeń pożarowych związanych z rozwojem elektromobilności oraz magazynów energii, a także przedstawia innowacyjne rozwiązania techniczne w postaci systemu i-Sprink – przeznaczonego do ich wczesnej detekcji i gaszenia.

W pierwszej części prezentacji autor omawia gwałtowny rozwój rynku pojazdów elektrycznych i magazynów energii w Polsce. Według zaprezentowanych danych, już w pierwszym kwartale 2025 r. liczba samochodów osobowych z napędem elektrycznym przekroczyła 157 tys., a do tego doliczyć należy blisko 25 tys. jednośladów elektrycznych oraz ponad 1,4 tys. pojazdów mikro. Wraz ze wzrostem ich liczby rośnie również zapotrzebowanie na energię oraz instalacje do jej przechowywania – zarówno w sektorze prywatnym (przydomowe magazyny), jak i komercyjnym. Temu zjawisku towarzyszy jednak wzrost ryzyka pożarowego, co zilustrowano przypadkiem pożaru magazynu energii Senec w Niemczech (2022), który doprowadził do eksplozji, zniszczenia budynku i ponownego samozapłonu wyniesionego akumulatora.

Podczas prelekcji omówiono szczegółową analizę przyczyn zapłonu baterii litowo-jonowych, które mają wysoką wartość opałową 5,8 kWh/l, – dla porównania benzyna posiada wartość 8,6 kWh/l. Przegrzanie, uszkodzenia mechaniczne lub awarie systemów zarządzania baterią (BMS) mogą doprowadzić do tzw. ucieczki termicznej i rozwinięcia się pożaru. Szczególnie zagrożone są domowe instalacje, których użytkownicy często nie są świadomi ryzyka lub rezygnują z zabezpieczeń w celu ograniczenia kosztów.

Odpowiedzią firmy GRAS na te zagrożenia jest system i-Sprink, który można stosować w garażach, pomieszczeniach technicznych i miejscach ładowania pojazdów. W wersji i-Sprink Home rozwiązanie integruje hydrant wewnętrzny, instalację zraszaczową, czujniki dymu, detektory ciepła oraz wskaźniki miejsca pożaru (WMP) a także umożliwia zarządzanie przez aplikację mobilną oraz ręczne lub automatyczne uruchamianie gaszenia. System jest przystosowany do współpracy z klasyczną siecią hydrantową, nie wymaga dodatkowych instalacji wodnych ani rozbudowy infrastruktury.

W dalszej części prezentacji pokazano przykłady wdrożeń: w podziemnym garażu w Warszawie (6 stanowisk ładowania EV), w garażu podziemnym w Lublinie (2 stanowiska z możliwością rozbudowy), w pomieszczeniu na odpady komunalne w Gdyni oraz w zakładzie przemysłowym – cukrowni w Bydgoszczy, gdzie zabezpieczono

strefę przenośnika cukru. We wszystkich lokalizacjach zastosowano kamery WMP oraz detektory dymu i ciepła, zapewniając wczesną detekcję i natychmiastowe uruchamianie działań gaśniczych.

Podsumowując, wraz z rozwojem elektromobilności i OZE wzrasta znaczenie systemów wczesnego reagowania na zagrożenia pożarowe. System i-Sprink to przykład nowoczesnego i praktycznego narzędzia wspierającego bezpieczeństwo pożarowe – zarówno w przestrzeniach publicznych, jak i prywatnych – które może ograniczyć ryzyko poważnych strat materialnych i zagrożeń dla życia.

3.3.3. Hybrydowa metoda oceny parametrów przepływu wentylatorów ratowniczych

Prezentacja pana dr. inż. Piotra Kaczmarzyka dotyczy nowatorskiego podejścia do badania skuteczności mobilnych wentylatorów stosowanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej. W odpowiedzi na brak krajowych norm regulujących minimalne wymagania dla tego typu urządzeń, autor przedstawia kompleksową, opartą na eksperymencie i analizie numerycznej metodologię oceny parametrów przepływowych, która może stanowić podstawę dla nowych przepisów i standardów technicznych.

W prezentacji podkreślono, że mobilne wentylatory, wykorzystywane m.in. do wentylacji nadciśnieniowej (PPV) i napowietrzania obiektów objętych pożarem, często wprowadzane są do użytku na podstawie danych deklarowanych przez producentów, bez rzetelnej weryfikacji ich parametrów. CNBOP-PIB opracowało więc zestaw wymagań techniczno-użytkowych oraz dedykowaną hybrydową metodę badawczą, która obejmuje zarówno testy, jak i symulacje CFD (Computational Fluid Dynamics).

Metodologia składa się z badań w kanale przepływowym zgodnych z normą PN-EN ISO 5801 (metoda A), badań profilu prędkości w warunkach wolnego przepływu zgodnie z wytycznymi National Institute of Standards and Technology (NIST) (metoda B) oraz testów w rzeczywistym obiekcie budowlanym – wielokondygnacyjnym budynku z klatką schodową (metoda C). Dopełnieniem tych testów są symulacje CFD, które pozwalają odwzorować rzeczywiste warunki przepływu powietrza oraz precyzyjnie prognozować wydajność wentylatorów w różnych konfiguracjach.

Omawiana metoda ma szerokie zastosowanie praktyczne. Producenci wentylatorów mogą dzięki niej weryfikować parametry swoich urządzeń bez konieczności prowadzenia kosztownych testów w pełnej skali, a Państwowa Straż Pożarna zyskuje narzędzie do oceny skuteczności wyposażenia, planowania działań ratowniczych, ewakuacyjnych oraz obliczania czasów oddymiania w różnorodnych warunkach przestrzennych.

W podsumowaniu zapowiedziano dalszy rozwój metodyki, w tym rozszerzenie badań o testy tunelowe, poligonowe oraz kompleksową analizę zestawów wentylatorowych.

3.3.4. Rozwiązania dedykowane prowadzeniu działań ratowniczych w garażach podczas pożaru pojazdu elektrycznego

Prezentacja pana mgr. inż. Wacława Kozubala koncentruje się na problemie nieskuteczności tradycyjnych metod gaszenia pojazdów elektrycznych (EV) w zamkniętych garażach podziemnych oraz na przedstawieniu alternatywnego rozwiązania w postaci automatycznego koca gaśniczego (AKG) jako elementu zintegrowanego systemu bezpieczeństwa pożarowego.

W prezentacji zwrócono uwagę na fakt, że gaszenie pożaru samochodu elektrycznego w zatłoczonym, niskim garażu jest praktycznie niemożliwe – baterie litowo-jonowe palą się własnym tlenem, są osłonięte karoserią, a ograniczona przestrzeń uniemożliwia skuteczne użycie wody i sprzętu gaśniczego. Dodatkowymi zagrożeniami są: toksyczny dym, który szybko ogranicza widoczność i zagraża ratownikom, a także ścieki po akcjach gaśniczych.

Odpowiedzią na te problemy jest AKG – specjalistyczny koc gaśniczy zaprojektowany do gaszenia pojazdów elektrycznych. Tradycyjne koce spełniające normę PN-EN 1869:2019-12 są zbyt małe, dlatego opracowano duże płachty wykonane z materiałów odpornych na wysoką temperaturę, które pozwalają na skuteczne tłumienie pożaru poprzez odcięcie dopływu powietrza. W ćwiczeniach przeprowadzanych z udziałem służb ratowniczych potwierdzono, że zastosowanie takiego koca znacznie ogranicza rozprzestrzenianie się ognia i przygotowuje pojazd do bezpiecznego usunięcia.

AKG może być uruchamiany automatycznie po wykryciu pożaru przez czujkę i przesłaniu sygnału przez centralę SSP. Przykrywa pojazd, izolując ogień i ograniczając emisję ciepła do momentu przybycia straży pożarnej. Następnie, przy pomocy małego holownika będącego na wyposażeniu PSP lub zadysponowanego z zewnątrz, samochód elektryczny może zostać wyholowany na zewnątrz garażu i umieszczony w kontenerze ewakuacyjnym, skąd zostaje przetransportowany do bezpiecznego miejsca.

System ten opiera się na spójnej procedurze ewakuacyjno-gaśniczej, podzielonej na kolejne etapy: wykrycie pożaru, uruchomienie AKG, przybycie straży, decyzja o usunięciu pojazdu, jego wyprowadzenie i wywiezienie. Rozwiązanie eliminuje konieczność prowadzenia wielogodzinnych akcji gaśniczych w zamkniętej przestrzeni, ogranicza ryzyko wtórnych zagrożeń i umożliwia utrzymanie funkcjonalności obiektu, minimalizując jego wyłączenie z eksploatacji.

Podsumowując, zaprezentowane rozwiązanie stanowi praktyczne, tanie i łatwe do wdrożenia rozwiązanie podnoszące poziom bezpieczeństwa w garażach z infrastrukturą do ładowania pojazdów elektrycznych. Rozwiązanie to dowodzi, że poprzez odpowiednie przygotowanie obiektu oraz stworzenie i ćwiczenie scenariusza działań ratowniczych można skutecznie przeciwdziałać ryzyku pożaru samochodów elektrycznych w przestrzeniach zamkniętych.

3.3.5. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznych na dachach płaskich

Prezentacja autorstwa Arkadiusza Waligóry poświęcona została zagadnieniu ochrony przeciwpożarowej instalacji fotowoltaicznych montowanych na dachach płaskich. W centrum uwagi znalazły się przyczyny zagrożeń pożarowych, wyniki badań i testów ogniowych, a także możliwości ich wczesnej detekcji przy pomocy liniowej czujki ciepła LIST®.

Na wstępie zaprezentowano najważniejsze czynniki ryzyka prowadzące do pożarów instalacji PV – zarówno technologiczne, jak błędny montaż, niska jakość komponentów czy brak konserwacji, jak i środowiskowe, np. gradobicie, zacienienie czy zanieczyszczenia powierzchni. Przytoczone dane Clean Energy Associates wskazują, że najczęstsze przyczyny to problemy z uziemieniem, uszkodzenia mechaniczne oraz błędna polaryzacja połączeń.

Autor omówił wyniki testów porównawczych, świadczących o tym, że dachy bez instalacji PV wykazują znikomą propagację ognia, podczas gdy dachy z panelami sprzyjają szybkiemu rozprzestrzenianiu się płomieni pod panelami, co wynika z gromadzenia się ciepła i ograniczonej wentylacji. Zgodnie z normą VdS S6190004 oraz obserwacjami pożarów rzeczywistych, ogień rzadko wychodzi poza obszar bezpośrednio zajmowany przez instalację PV, ale – jak pokazano na przykładzie pożaru dachu magazynu ASKO w Norwegii – ryzykiem krytycznym jest przeniknięcie ognia do wnętrza budynku, co powoduje ogromne straty i dezorganizację operacyjną. W części poświęconej zapobieganiu i detekcji zaprezentowano działanie czujki LIST® wykorzystującej kabel sensoryczny SEC 15 oraz kontroler dLISTcontroller. System pozwala na szybką detekcję temperatury, monitorowanie stanu instalacji w czasie rzeczywistym, wizualizację rozkładu temperatur, a także precyzyjne lokalizowanie zagrożeń i integrację z systemami przeciwpożarowymi SSP. Dzięki swojej konstrukcji kabel może być montowany bezpośrednio pod panelami PV z uwzględnieniem szerokości lub długości paneli jako optymalnego odstępu między punktami pomiarowymi.

Dodatkowym atutem systemu LIST® jest możliwość zwiększenia wydajności instalacji PV poprzez analizę rozkładu temperatur – co pozwala na identyfikację niedziałających lub nadmiernie nagrzewających się komponentów. System sprzyja także obniżeniu składek ubezpieczeniowych obiektów, ponieważ znacząco ogranicza ryzyko strat inwestycyjnych, przestojów produkcyjnych i przegrzania systemów.

Podsumowując, zidentyfikowano konieczność systemowego podejścia do bezpieczeństwa pożarowego dachowych instalacji PV – od projektu technicznego po detekcję i monitoring. Rozwiązania takie jak system LIST® może odegrać kluczową rolę w ochronie nowoczesnych obiektów przemysłowych i logistycznych, zapewniając skuteczną prewencję oraz minimalizację skutków ewentualnych pożarów. Wzrost wykorzystania OZE musi iść w parze z inwestycją w bezpieczeństwo techniczne.

3.3.6. Metody sztucznej inteligencji w ocenie ryzyka chemicznego zaawansowanych materiałów nowej generacji: szanse i wyzwania

Pani dr Alicja Mikołajczyk przedstawiła innowacyjne podejście do oceny bezpieczeństwa substancji chemicznych i materiałów z wykorzystaniem narzędzi cyfrowych, w szczególności sztucznej inteligencji (AI).

W wystąpieniu podkreślono, że obecnie wiele nowatorskich substancji projektowanych jest bez pełnej wiedzy o ich toksyczności czy wpływie na środowisko, co stwarza zagrożenia w sytuacjach awaryjnych. Odpowiedzią na te wyzwania jest koncepcja SSbD – „Safe and Sustainable by Design" – integrująca wymagania bezpieczeństwa, efektywności i zrównoważonego rozwoju na każdym etapie cyklu życia produktu.

W prezentacji zaprezentowano konkretne narzędzia i platformy cyfrowe. Należy do nich m.in. system in silico Lab, umożliwiający budowanie modeli predykcyjnych opartych na sztucznej inteligencji, służących do przewidywania toksyczności związków chemicznych. Drugim istotnym narzędziem jest platforma nQTB – przeznaczona do oceny bezpieczeństwa nanocząstek TiO_2, SiO_2 i ZnO. Obie platformy pozwalają ograniczyć koszty badań, eliminują potrzebę badań na zwierzętach i skracają czas rozwoju bezpiecznych produktów chemicznych, oferując jednocześnie wysoką trafność predykcji.

Integracja sztucznej inteligencji, biologii syntetycznej i inżynierii materiałowej otwiera nowe możliwości w zakresie bezpiecznego projektowania zaawansowanych materiałów. Jednak sukces takiego podejścia zależy od dostępności odpowiednich danych, jakości modeli predykcyjnych oraz ścisłej współpracy między środowiskami naukowymi, przemysłowymi i regulacyjnymi.

3.4. Tezy i wnioski

Na podstawie wystąpień prelegentów, przeprowadzonych dyskusji panelowych oraz zaprezentowanych studiów przypadków, sformułowano kluczowe tezy i wnioski obrazujące aktualny stan wyzwań i potrzeb w zakresie bezpieczeństwa wybranych nowych technologii. Elementy te stanowią fundament do dalszych prac eksperckich, legislacyjnych i wdrożeniowych, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym. Poniżej przedstawiono sformułowane twierdzenia:

1) Magazyny energii i technologie bateryjne stają się nieodzownym elementem transformacji energetycznej, jednak ich wdrażanie musi uwzględniać realne ryzyka związane z bezpieczeństwem pożarowym, technicznym oraz operacyjnym.

2) Obecny stan prawny i normatywny w Polsce nie nadąża za rozwojem nowych technologii energetycznych, w szczególności w zakresie bezpiecznego projektowania, eksploatacji i ochrony systemów magazynowania energii.

3) Zjawiska, takie jak ucieczka termiczna w bateriach litowo-jonowych, zagrożenia środowiskowe, toksyczne emisje w czasie pożaru czy wydłużony czas odbudowy infrastruktury, są coraz częściej identyfikowane jako kluczowe wyzwania dla służb ratowniczych, projektantów i ubezpieczycieli.

4) Systemy detekcji, automatycznego gaszenia oraz techniki zarządzania ryzykiem muszą być rozwijane równolegle z technologiami energetycznymi, aby zapewnić ich bezpieczne funkcjonowanie w środowisku zurbanizowanym.

5) Nowoczesne podejście do bezpieczeństwa wymaga współpracy międzybranżowej – nauki, przemysłu, służb ratowniczych, rzeczoznawców oraz rynku ubezpieczeniowego – wymaga stworzenia platformy stałego dialogu, współpracy, działań, projektów, wdrożeń i wspólnej edukacji.

6) Konieczne jest stworzenie spójnych i aktualnych regulacji krajowych odnoszących się do projektowania, instalacji i eksploatacji magazynów energii – z uwzględnieniem aspektów pożarowych, środowiskowych i technicznych.

7) Należy kontynuować i rozszerzać badania eksperymentalne dotyczące zachowania magazynów energii w warunkach awaryjnych, w tym próby ogniowe, testy emisji toksycznych gazów, analizy promieniowania cieplnego i efektywności działań gaśniczych. Jest to pilna potrzeba, kluczowa dla oceny zagrożeń pożarowych i skutecznego przeciwdziałania im.

8) Systemy takie jak i-Sprink, AKG (automatyczny koc gaśniczy), liniowe czujki ciepła czy inteligentne platformy predykcyjne to dostępne już rozwiązania w prewencji pożarowej stanowiące uzupełnienie dotychczasowej oferty zabezpieczeń przeciwpożarowych.

9) Rynek ubezpieczeniowy powinien być aktywnym uczestnikiem procesu oceny ryzyka, oferując zindywidualizowane modele ochrony dla projektów z zakresu OZE i BESS, wspierane audytami i doradztwem technicznym.

10) Szkolenia dot. działań w garażach z zaprojektowanymi punktami ładowania pojazdów elektrycznych – zarówno dla PSP, jak i projektantów zabezpieczeń przeciwpożarowych – muszą obejmować nowe zidentyfikowane zagrożenia oraz konieczność uwzględniania tych zagrożeń w scenariuszach pożarowych.

11) Integracja narzędzi cyfrowych z procesem projektowania materiałów i instalacji energetycznych umożliwia ich optymalizację pod kątem bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju.

3.5. Zakończenie i podsumowanie konferencji

Konferencja „Bezpieczeństwo Nowych Technologii", zorganizowana w maju 2025 roku, potwierdziła rosnące znaczenie interdyscyplinarnej współpracy w obszarze rozwoju i wdrażania innowacyjnych technologii z zachowaniem wysokich standardów bezpieczeństwa. Wydarzenie ponownie zgromadziło liczne grono

przedstawicieli nauki, przemysłu, jednostek ochrony przeciwpożarowej, środowiska rzeczoznawców, administracji publicznej oraz sektora ubezpieczeniowego, co pozwoliło na spojrzenie na omawiane tematy z różnych perspektyw – technicznej, operacyjnej, regulacyjnej i użytkowej.

W toku sesji plenarnych i tematycznych, jak również w ramach debat eksperckich, szczegółowo omówiono wyzwania i ryzyka towarzyszące wdrażaniu magazynów energii, systemów fotowoltaicznych oraz elektromobilności. Szczególny nacisk położono na potrzebę aktualizacji przepisów techniczno-budowlanych, standaryzacji wymagań dla innowacyjnych rozwiązań oraz rozwijania procedur i narzędzi wspomagających pracę służb ratowniczych w sytuacjach zagrożenia.

Konferencja unaoczniła, że transformacja energetyczna i cyfrowa nie mogą przebiegać w oderwaniu od kwestii bezpieczeństwa – zarówno pożarowego, jak i środowiskowego. Bezpieczeństwo musi być integralnym elementem procesu projektowania i wdrażania nowych technologii. Zaprezentowane rozwiązania – w tym systemy detekcji i gaszenia, metody oceny ryzyka, modele predykcyjne i platformy cyfrowe – wskazują, że rynek posiada potencjał do skutecznego reagowania na pojawiające się zagrożenia, pod warunkiem aktywnej współpracy wszystkich zainteresowanych stron.

Organizatorzy konferencji podkreślili również potrzebę dalszego prowadzenia badań eksperymentalnych i wdrożeniowych, systemowego kształcenia projektantów oraz rozwijania stałych mechanizmów dialogu branżowego – zarówno na poziomie krajowym, jak i europejskim. Uczestnicy zgodnie wskazali, że tylko wspólne działania – oparte na wiedzy, odpowiedzialności i otwartości – mogą zapewnić bezpieczne funkcjonowanie nowych technologii w zmieniającej się rzeczywistości społecznej i gospodarczej.

Przedkładając powyższy raport, organizator konferencji kieruje podziękowania do jej współorganizatorów i uczestników oraz pragnie skierować zaproszenie i wyrazić nadzieję, iż kolejne przedsięwzięcia w ramach inicjatyw CNBOP-PIB pt. „Bezpieczeństwo Nowych Technologii" spotkają się z równie dużym zainteresowaniem, żywiołową dyskusją i konstruktywnymi i praktycznymi wnioskami jak tegoroczna konferencja BNT IV. 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