





# DOKUMENT ZABEZPIECZENIA PRZED WYBUCEM

dla Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie  
Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Zegrzyńska 38, 05-119 Legionowo

	Imię i nazwisko	data	podpis
Opracował: zespół BHP Consulting	Agata Kotynia	22-07-2020	 BHP Consulting dr inż. Agata Kotynia Process Safety Manager
	Grzegorz Brykała	22-07-2020	 BHP Consulting Grzegorz Brykała Inspektor Ppoż. Upr.Nr SIOPA/2017/1/03



BHP Consulting Grzegorz Brykała  
ul. Kazimierza Wielkiego 10 A lok. 6, 09-400 Płock  
 +48 503 409 503  [gbrykala@dzpw.pl](mailto:gbrykala@dzpw.pl)  [dzpw.pl](http://dzpw.pl)

## WSTĘP

Obowiązek opracowania „Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem”, zwanego dalej *Dokumentem*, wynika z *rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej* (Dz. U. Nr 138 z 2010 r., poz. 931).

## SPIS TREŚCI

WSTĘP.....	2
1. Przedmiot opracowania .....	5
2. Cel i zakres opracowania.....	5
3. Podstawa formalno – prawna opracowania .....	7
4. Podstawowe definicje .....	8
5. Metodyka analizy i oceny ryzyka .....	11
6. Charakterystyka obiektu oraz realizowanych procesów .....	15
7. Wykaz i charakterystyka substancji niebezpiecznych pod względem wybuchowym .....	17
OCENA ZAGROŻENIA WYBUchem ZAWIERAJĄCA KLASYFIKACJĘ STREF ZAGROŻENIA WYBUchem .....	20
8. Źródło i stopień emisji.....	21
8.1. Identyfikacja możliwości wystąpienia atmosfery wybuchowej .....	21
8.2. Identyfikacja źródeł emisji.....	22
9. Wentylacja.....	22
10. Identyfikacja stref zagrożenia wybuchem .....	23
10.1. Identyfikacja miejsc wystąpienia atmosfer wybuchowych .....	24
10.2. Obliczenie przyrostu ciśnienia w pomieszczeniach $\Delta P$ [Pa], jaki mógłby zostać spowodowany przez wybuch z udziałem gazów lub pyłów palnych .....	26
10.3. Wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem .....	28
10.4. Oznakowanie stref zagrożenia wybuchem.....	29
10.5. Dokonywanie przeglądu klasyfikacji stref zagrożenia wybuchem.....	30
11. Identyfikacja efektywnych źródeł zapłonu .....	31
12. Stosowane środki zintegrowanej ochrony przeciwwybuchowej.....	34
12.1. Środki zapobiegania powstaniu atmosfery wybuchowej .....	34
12.2. Środki kontroli zapłonu .....	35
12.3. Środki ochrony przeciwwybuchowej .....	36
12.4. Dobór wyposażenia do przestrzeni zagrożonych wybuchem .....	37
OCENA RYZYKA ZWIĄZANEGO Z MOŻLIWOŚCIĄ WYSTĄPIENIA ATMOSFERY WYBUCHOWEJ.....	39
13. Miejsca pracy w strefach zagrożenia wybuchem .....	39
14. Zasady prowadzenia ewakuacji osób i mienia z obiektu .....	39
15. Ocena wzajemnego oddziaływania procesów pracy .....	39
16. Analiza ryzyka .....	40
16.1. Określenie zdarzeń awaryjnych związanych z wybuchem w miejscu pracy .....	41
16.2. Określenie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej ...	43
16.3. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia oraz uaktywnienia się źródeł zapłonu .....	43

16.4.	Określenie prawdopodobieństwa niezadziałania środków zabezpieczeń.....	45
16.5.	Określenie wielkości przewidywanych skutków wybuchu .....	45
16.6.	Określenie ryzyka wystąpienia wybuchu.....	46
17.	Ocena ryzyka .....	49
18.	Dobór dodatkowych środków zabezpieczeń .....	50
19.	Określenie, dla wszystkich osób wykonujących pracę na rzecz różnych pracodawców w tym samym miejscu pracy: .....	50
19.1.	Środków ochronnych .....	50
19.2.	Zasad koordynacji stosowania tych środków przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy.....	51
19.3.	Celu koordynacji oraz metod i procedur jej wprowadzania.....	53
20.	Terminy dokonywania przeglądu stosowanych środków ochronnych .....	54
21.	Oświadczenia Pracodawcy .....	56
22.	Wnioski.....	57
WYKAZ OSÓB, KTÓRE ZAPOZNAŁY SIĘ Z DOKUMENTEM .....		59
Ewidencja przeglądów i zmian .....		60
23.	Podsumowanie i zalecenia .....	61
24.	Literatura .....	63

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest „Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem” dla miejsc pracy w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, ul. Zegrzyńska 38, 05-119 Legionowo.

Niniejszy *Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem*, zwany dalej również *Dokumentem*, zawiera kompleksową ocenę ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej w miejscach pracy w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, której częścią stanowi ocena zagrożenia wybuchem.

## 2. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania *Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem*, jest zapewnienie bezpieczeństwa i odpowiedniego nadzoru osób pracujących, w miejscach pracy gdzie atmosfera wybuchowa może wystąpić w ilościach zagrażających ich zdrowiu i bezpieczeństwu poprzez podejmowanie wszelkich możliwych działań organizacyjnych i technicznych polegających na eliminacji lub minimalizacji występowania atmosfer wybuchowych. Działania te będą nakierowane głównie na zapobieganie tworzeniu się atmosfery wybuchowej, zapobieganie wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej, ograniczenie szkodliwego efektu wybuchu.

Zakres *Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem* dla Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie obejmuje:

- 1) opis środków ochronnych oraz środków ograniczenia szkodliwych skutków wybuchu;
- 2) ocenę zagrożenia wybuchem zawierającą m.in. wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem wraz z ich klasyfikacją na strefy;
- 3) oświadczenie pracodawcy, że:
  - a) miejsca pracy, urządzenia, a także urządzenia ostrzegawcze są zaprojektowane, używane i konserwowane w sposób zapewniający bezpieczne i właściwe ich funkcjonowanie,
  - b) urządzenia spełniają wymagania przewidziane w przepisach dotyczących minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy,
  - c) została dokonana ocena ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej;
- 4) terminy dokonywania przeglądu stosowanych środków ochronnych;
- 5) określenie, dla wszystkich osób wykonujących pracę na rzecz różnych pracodawców w tym samym miejscu pracy:
  - a) środków ochronnych,
  - b) zasad koordynacji stosowania tych środków przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy,
  - c) celu koordynacji oraz metod i procedur jej wprowadzania.

Ocena zagrożenia wybuchem obejmuje wskazanie pomieszczeń zagrożonych wybuchem, wyznaczenie w pomieszczeniach i przestrzeniach zewnętrznych odpowiednich stref zagrożenia wybuchem wraz z opracowaniem graficznej dokumentacji klasyfikacyjnej oraz wskazanie czynników mogących w nich zainicjować zapłon. Działanie to ma prowadzić do niedopuszczenia powstania i rozprzestrzeniania się pożaru lub wybuchu.

Zakres *Dokumentu* pozwala spełnić aktualnie obowiązujące regulacje prawne i wskazania normatywne przy wykorzystaniu najlepszej dostępnej wiedzy technicznej. Analizę i ocenę ryzyka zagrożenia wybuchem prowadzono w oparciu o wybraną metodologię, adekwatną do zakresu tematycznego. Uwzględniono konieczność integralności zapewnienia wymogów bezpieczeństwa oraz spójność proponowanych środków technicznych i organizacyjnych ograniczających ryzyko wybuchu oraz jego skutki. Przy wykonywaniu oceny ryzyka związanej z możliwością wystąpienia w miejscach pracy atmosfery wybuchowej wzięto pod uwagę:

- 1) prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej;
- 2) prawdopodobieństwo wystąpienia oraz uaktywnienia się źródeł zapłonu, w tym wyładowań elektrostatycznych;
- 3) eksploatowane przez pracodawcę instalacje, używane substancje i mieszaniny, zachodzące procesy i ich wzajemne oddziaływania;
- 4) rozmiary przewidywanych skutków wybuchu.

Określając techniczne lub organizacyjne środki ochronne uwzględniono zapewnienie realizacji następujących celów w podanej kolejności:

- 1) zapobieganie tworzeniu się atmosfery wybuchowej;
- 2) zapobieganie wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej;
- 3) ograniczenie szkodliwego efektu wybuchu, w celu zapewnienia ochrony zdrowia i bezpieczeństwa osób pracujących.

W analizach, w przypadku niejednoznaczności, przyjmowano do rozważań sytuacje mniej korzystne z punktu widzenia zagrożenia wybuchem, w celu uzyskania miarodajności i jednoznaczności wyników. Analizy były prowadzone w stosunku do całego obszaru technologicznego, z uwzględnieniem na danym etapie wszystkich wymogów szczegółowych.

### 3. Podstawa formalno – prawna opracowania

1. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (Dz. U. Nr 138 z 2010 r., poz. 931),
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109 z 2010 r., poz. 719 ze zm.),
3. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 817),

Powyższe rozporządzenie jest implementacją do polskiego prawodawstwa obowiązującej w Unii Europejskiej dyrektywy 2014/34/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. Urz. UE L 96 z 29.03.2014) zwanej popularnie Dyrektywą ATEX,

4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 października 2008 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla maszyn (Dz. U. Nr 199 z 2008 r., poz. 1228, ze zmianami z dnia 20 października 2016 r.),
5. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz. U. z 2016 r., poz. 806),
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169 z 2003 r., poz. 1650, z późniejszymi zmianami),
7. PN-EN 1127-1:2019. Październik 2019. Atmosfery wybuchowe – Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem – Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka,
8. PN-EN 60079-0:2018. Wrzesień 2018. Atmosfery wybuchowe – Część 0: Urządzenia – Podstawowe wymagania,
9. PN-EN 60079-10-1:2016. Luty 2016. Atmosfery wybuchowe – Część 10-1: Klasyfikacja przestrzeni – Gazowe atmosfery wybuchowe,
10. PN-EN 60079-10-2:2015. Czerwiec 2015. Atmosfery wybuchowe – Część 10-2: Klasyfikacja przestrzeni – Pyłowe atmosfery wybuchowe,
11. PN-EN 60079-14:2014. Czerwiec 2014. Atmosfery wybuchowe – Część 14: Projektowanie, dobór i montaż instalacji elektrycznych,
12. PN-EN 60079-17:2014. Maj 2014. Atmosfery wybuchowe – Część 17: Kontrola i konserwacja instalacji elektrycznych,
13. PN-EN IEC 60079-19:2020. Lipiec 2020. Atmosfery wybuchowe – Część 19: Naprawa, remont i regeneracja urządzeń,
14. PN-EN 60079-25:2011. Styczeń 2016. Atmosfery wybuchowe – Część 25: Systemy iskrobezpieczne,
15. PN-EN ISO 80079-36:2016. Lipiec 2016. Urządzenia nieelektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 36: Metodyka i wymagania,

16. PN-EN 60529:2003/A2. Lipiec 2014. Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP),
17. PN-E-05204:1994P. Październik 1994. Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania,
18. PN-HD 60364-4-443:2016. Marzec 2016. Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi -- Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
19. PN-HD 60364-5-54:2011. Sierpień 2011. Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne,
20. PN-EN 62305-1:2014. Marzec 2014. Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne,
21. PN-EN 62305-4:2011. Luty 2015. Ochrona odgromowa -- Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach,
22. PN-EN 60204-1:2018-12. Grudzień 2018. Bezpieczeństwo maszyn – Wyposażenie elektryczne maszyn – Część 1: Wymagania ogólne,
23. PN-EN ISO 12100:2012. Listopad 2012. Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka.

#### **4. Podstawowe definicje**

**SUBSTANCJA PALNA** – substancja w postaci gazu, pary, cieczy, ciała stałego lub ich mieszaniny, zdolna wchodzić w egzotermiczną reakcję z powietrzem po zapaleniu.

**ATMOSFERA WYBUCHOWA** – mieszanina z powietrzem, w warunkach atmosferycznych, substancji palnych w postaci gazu, pary, mgły lub pyłu, w której to mieszaninie po nastąpieniu zapłonu spalanie rozprzestrzenia się na całą niespaloną jej część.

**ATMOSFERA POTENCJALNIE WYBUCHOWA** – atmosfera, która w zależności od warunków lokalnych i ruchowych może stać się wybuchowa.

**PRZESTRZENIE ZAGROŻONE WYBUCHEM** – przestrzenie, w których może wystąpić atmosfera wybuchowa w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

**PRZESTRZENIE NIEZAGROŻONE WYBUCHEM** – przestrzenie inne niż określone powyżej, w których nie przewiduje się wystąpienia atmosfery wybuchowej w ilościach wymagających podjęcia specjalnych środków w celu zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy.

**ZAGROŻENIE WYBUCHEM** – możliwość tworzenia przez palne gazy, pary palnych cieczy, pyły lub włókna palnych ciał stałych, w różnych warunkach, mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon wybuchają, czyli ulegają gwałtownemu spalaniu połączonemu ze wzrostem ciśnienia.

**DOLNA GRANICA WYBUCHOWOŚCI (DGW)** – najniższe stężenie składnika palnego w mieszaninie z powietrzem lub innym utleniaczem, przy którym zapłon pod wpływem czynnika inicjującego jest już możliwy.

**GÓRNA GRANICA WYBUCHOWOŚCI (GGW)** – najwyższe stężenie składnika palnego w mieszaninie z powietrzem lub innym utleniaczem, przy którym zapłon pod wpływem czynnika inicjującego jest jeszcze możliwy.

**STREFA ZAGROŻENIA WYBUCHEM** – przestrzeń, w której może występować mieszanina wybuchowa substancji palnych z powietrzem lub innymi gazami utleniającymi, o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.

**MIEJSCE PRACY** – miejsce wyznaczone przez pracodawcę, do którego pracownik ma dostęp w związku z wykonywaniem pracy.

**STANOWISKO PRACY** – przestrzeń pracy, wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, w której pracownik lub zespół pracowników wykonuje pracę.

**OBIEKT BUDOWLANY** – jest to: budynek wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi, budowla stanowiąca całość techniczno-użytkową wraz z instalacjami i urządzeniami, obiekt małej architektury.

**URZĄDZENIA** – maszyny, aparatura, sprzęt stały lub ruchomy, komponenty sterujące i oprzyrządowanie oraz należące do nich systemy wykrywania i zapobiegania, które oddzielnie lub połączone ze sobą są przeznaczone do wytwarzania, przesyłania, magazynowania, pomiaru, regulacji i przetwarzania energii lub do przekształcania materiałów, a które, przez ich własne potencjalne źródła zapłonu, są zdolne do spowodowania wybuchu.

**URZĄDZENIA ELEKTRYCZNE** – urządzenia, stosowane w całości lub częściowo do wykorzystywania energii elektrycznej. Obejmują one, między innymi, urządzenia do wytwarzania, przesyłu, rozdziału, akumulowania, pomiarów, regulacji, przetwarzania i pobierania energii elektrycznej oraz urządzenia telekomunikacji.

**SYSTEMY OCHRONNE** – sprzęt inny niż komponenty urządzeń, którego zadaniem jest natychmiastowe powstrzymanie powstającego wybuchu lub ograniczenie skutecznego zasięgu płomienia i ciśnienia wybuchu i który udostępniany jest na rynku oddzielnie do stosowania autonomicznego.

**KOMPONENTY** – części i podzespoły istotne dla bezpiecznego funkcjonowania urządzeń i systemów ochronnych, lecz bez funkcji autonomicznych.

**POŻAR** – niekontrolowany proces utleniania paliwa (spalania) w miejscu do tego nieprzeznaczonym.

**WYBUCH** – gwałtowna reakcja utleniania lub rozkładu wywołująca wzrost temperatury i/lub ciśnienia.

**TEMPERATURA ZAPŁONU** – najniższa temperatura cieczy, w której stężenie par istniejące nad powierzchnią cieczy jest wystarczające do zaistnienia trwałego spalania od tzw. punktowych bodźców energetycznych (płomień, iskra itp.).

**AWARIA** – nieplanowy postój, spowodowany uszkodzeniem obiektu rzeczowego majątku trwałego, uniemożliwiający jego eksploatację oraz wywołujący straty materialne.

**AWARIA CHEMICZNA** – uszkodzenie instalacji technologicznej, rurociąkowej, magazynowej lub transportowej powodujące wydobycie się na zewnątrz substancji chemicznych i powstanie zagrożenia toksycznego, wybuchowego lub pożarowego.

**DZIAŁANIE RATOWNICZE** – każda czynność podjęta w celu ochrony życia, zdrowia, mienia lub środowiska, a także likwidacja przyczyn powstania pożaru, wystąpienia klęski żywiołowej lub innego miejscowego zagrożenia.

**PRACE NIEBEZPIECZNE POD WZGLĘDEM POŻAROWYM** – prace remontowo-budowlane związane z użyciem otwartego ognia, cięciem z wytwarzaniem iskier mechanicznych i spawaniem, prowadzone wewnątrz lub na dachach obiektów, na przyległych do nich terenach oraz placach składowych, a także prace remontowo-budowlane wykonywane w strefach zagrożonych wybuchem.

**URZĄDZENIA PRZECIWOPOŻAROWE** – urządzenia (stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do zapobiegania powstaniu, wykrywania, zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków.

**GAŚNICE** – przenośny lub przewoźny sprzęt gaśniczy uruchamiany ręcznie, służący do zwalczania pożarów w zarodku.

**NORMALNE DZIAŁANIE** – sytuacja, w której urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły są używane w granicach swych parametrów działania.

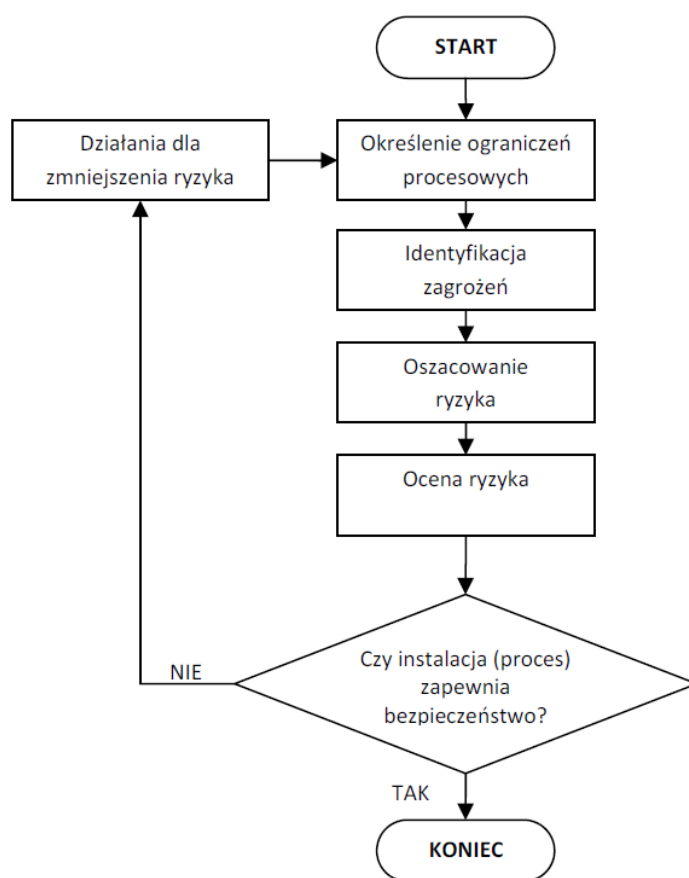
**OSOBY PRACUJĄCE:**

- Pracownicy,
- Osoby fizyczne wykonujące pracę na innej podstawie niż stosunek pracy lub prowadzące działalność gospodarczą na własny rachunek,
- Studenci lub uczniowie odbywający zajęcia praktyczne,
- Osoby wykonujące krótkotrwałe prace albo czynności inspekcyjne.

## 5. Metodyka analizy i oceny ryzyka

Metodyka analizy ryzyka, przyjęta w niniejszym opracowaniu opiera się na ocenie charakterystycznych parametrów technologicznych i analizie technicznej procesu, z uwzględnieniem zastosowanych środków bezpieczeństwa mających wpływ na zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia wybuchu oraz ograniczenie jego potencjalnych skutków w odniesieniu do poszczególnych etapów rozwoju scenariusza awaryjnego.

W procesie oceny ryzyka wykorzystano iteracyjną metodę osiągnięcia bezpieczeństwa. Przyjęto, że proces ten powinien być szeregiem logicznych kroków, które w uporządkowany sposób umożliwią dobór i zastosowanie odpowiednich środków bezpieczeństwa (o ile takie będą wymagane). Sposób postępowania został przedstawiony na schemacie 1.



Schemat 1. Metodyka oceny ryzyka

Oszacowanie ryzyka wystąpienia scenariuszy awaryjnych następuje przy użyciu matrycy ryzyka. Matryca ryzyka zaakceptowana i przyjęta do stosowania przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy została przedstawiono w tabeli 1 poniżej.

Tabela 1. Matryca ryzyka

	Oddziaływanie (S)						Częstość występowania (C)						
	Nazwa	Pracownicy	Ludność	Środowisko	Straty majątkowe	Wizerunek (reputacja)	prawie niemożliwe kat. 1	bardzo rzadko kat. 2	rzadko kat. 3	sporadycznie kat. 4	dość często kat. 5	często kat. 6.	bardzo często kat. 7
							$C < 10^{-6}$ [1/rok]	$10^{-6} \leq C < 10^{-5}$ [1/rok]	$10^{-5} \leq C < 10^{-4}$ [1/rok]	$10^{-4} \leq C < 10^{-3}$ [1/rok]	$10^{-3} \leq C < 10^{-2}$ [1/rok]	$10^{-2} \leq C < 10^{-1}$ [1/rok]	$C \geq 10^{-1}$ [1/rok]
Kat. I	<b>pomijalne</b>	Pojedyncze drobne urazy	Brak	Brak	Minimalne do 3 tys. zł	Bez wpływu bez publicznego zainteresowania	2 (A)	3 (A)	4 (A)	5 (A)	6 (TA)	7 (TA)	8 (TNA)
Kat. II	<b>małe</b>	Liczne drobne urazy	Widok, zapach	Małe, odnotowane w raportach	do 30 tys. zł	Mały wpływ Lokalne zainteresowanie, bez mediów	3 (A)	4 (A)	5 (A)	6 (TA)	7 (TA)	8 (TNA)	9 (TNA)
Kat. III	<b>średnie</b>	Pojedyncze ciężkie urazy	Pojedyncze drobne urazy	Średnie zniszczenia	do 300 tys. zł	Umiarkowany wpływ regionalne zainteresowanie media regionalne	4 (A)	5 (A)	6 (TA)	7 (TA)	8 (TNA)	9 (TNA)	10 (NA)
Kat. IV	<b>duże</b>	Liczne ciężkie urazy	Liczne drobne urazy	Poważne zanieczyszczenie środowiska	do 500 tys. zł	Duży wpływ zainteresowanie media krajowe	5 (A)	6 (TA)	7 (TA)	8 (TNA)	9 (TNA)	10 (NA)	11 (NA)
Kat. V	<b>katastrofi czne</b>	Ofiary śmiertelne	Pojedyncze ciężkie urazy	Katastrofa ekologiczna	> 500 tys. zł	Ogromny wpływ relacje w mediach światowych	6 (TA)	7 (TA)	8 (TNA)	9 (TNA)	10 (NA)	11 (NA)	12 (NA)

Matrycę ryzyka zaprojektowano poprzez przyporządkowanie odpowiedniego poziomu ryzyka wartościom prawdopodobieństwa oraz wielkości skutków.

Kategoria wielkości skutków dla danego scenariusza wybuchowego będzie przypisywana jako najwyższa z wartości przypisanych dla poszczególnych rodzajów oddziaływań (przykładowo, jeśli dla konkretnego scenariusza przypisano kategorię 2 dla skutków związanych z oddziaływaniem na człowieka, kategorię 1 z oddziaływaniem na środowisko i kategorię 3 z oddziaływaniem na majątek to wynikowa kategoria skutków będzie wynosiła 3 - oddziaływania średnie).

Kategoryzację poziomów ryzyka przedstawiono w tabeli 2 poniżej.

Dla scenariuszy awaryjnych, dla których ryzyko określono na poziomie nieakceptowanym (NA), tolerowanym – nieakceptowanym (TNA) należy wprowadzić dodatkowe zabezpieczenia.

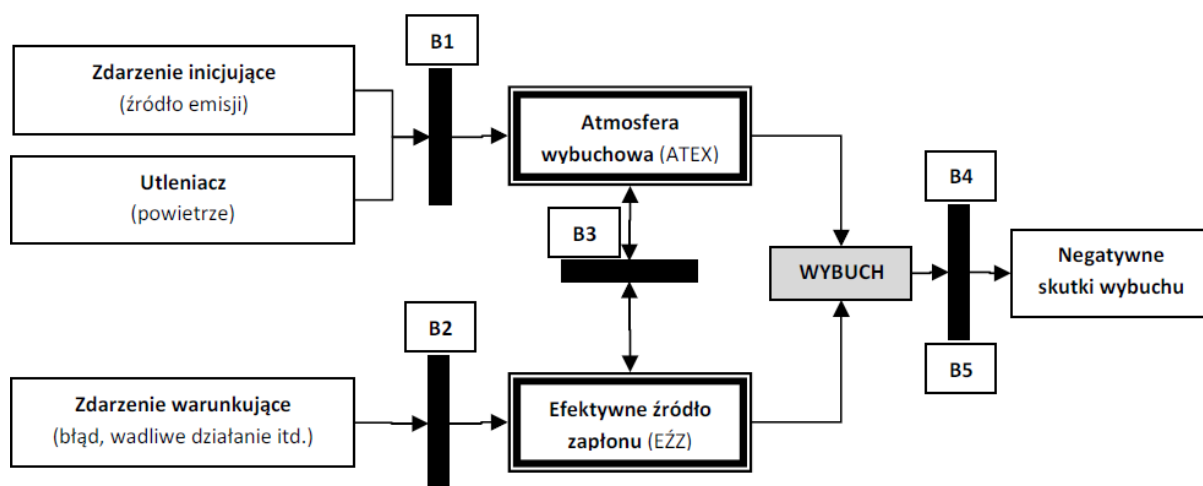
Tabela 2. Kategoryzacja poziomu ryzyka

Kat.	Ryzyko	Znaczenie
A	AKCEPTOWALNE	Nie wymagane są żadne dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony
TA	TOLEROWALNE AKCEPTOWALNE	Rozważyć wprowadzenie dodatkowych środków bezpieczeństwa i ochrony jeśli są one praktycznie uzasadnione
TNA	TOLEROWALNE NIEAKCEPTOWALNE	Wprowadzić dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony
NA	NIEAKCEPTOWALNE	Zatrzymać instalację i wprowadzić natychmiast dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony

Wszystkie scenariusze, dla których określono poziom ryzyka wyższy od akceptowalnego, gdzie wskazano konieczne dodatkowe środki bezpieczeństwa i ochrony lub uznano za uzasadnione rozważenie wprowadzenia dodatkowych środków bezpieczeństwa i ochrony zostały poddane ilościowej ocenie ryzyka wybuchowego w miejscach pracy – ExAWZ.

Metoda ExAWZ została opracowana w Katedrze Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy Politechniki Łódzkiej pod kierunkiem dr. hab. inż. Adama S. Makowskiego, prof. PŁ. Jest to uproszczona metoda oceny ryzyka znajdująca zastosowanie do oceny ryzyka wystąpienia scenariusza zdarzenia awaryjnego reprezentującego wybuch zewnętrzny i wewnętrzny.

W modelu scenariusza wybuchowego ryzyko określone jako prawdopodobieństwo wystąpienia niepożądanych skutków (S) uzależnione jest od wielkości następujących składników: prawdopodobieństwa wystąpienia atmosfery wybuchowej ( $P_{ATEX}$ ), prawdopodobieństwa wystąpienia efektywnego źródła zapłonu ( $P_{EZZ}$ ), prawdopodobieństwa niezadziałania środków zabezpieczeń ( $P_Z$ ), prawdopodobieństwa narażenia ludzi ( $P_{NL}$ ). W konsekwencji można zapisać:  $R = f(P_{ATEX}, P_{EZZ}, P_Z, P_{NL}, S)$ . W metodzie ExAWZ do oszacowania ryzyka zaproponowano kategoryzowanie powyższych parametrów. Zatem ryzyko wybuchowe jest funkcją skategoryzowanych wielkości:  $K_R = f(K_{ATEX}, K_{EZZ}, K_Z, K_{NL}, K_S)$ . Relacje między zmiennymi są ustalane na podstawie wnioskowania logicznego, ustalane eksperymentalnie (*Jeśli X i Y wtedy Z*). Te logiczne zależności reprezentowane są przez matryce. Rozkład poszczególnych matryc przyjęto zgodnie z metodologią ExAWZ.



Schemat 2. Model scenariusza wybuchowego

Poszczególne warstwy zabezpieczeń spełniają następujące funkcje:

Warstwa B1 – zapobieganie emisji substancji palnych i powstawaniu atmosfer wybuchowych,

Warstwa B2 – zapobieganie występowaniu efektywnych źródeł zapłonu,

Warstwa B3 – środki kontroli operacyjnej,

Warstwa B4 – zapobieganie skutkom wybuchu,

Warstwa B5 – ograniczenie skutków wybuchu.

## 6. Charakterystyka obiektu oraz realizowanych procesów

Stacja Pomiarów Aerologicznych to miejsce wykonywania pomiarów i obserwacji meteorologicznych. W pomieszczeniach Stacji realizowany jest proces napełniania balonu meteorologicznego wodorem.

Pomieszczenia:

- Hangar Balonowy,
- Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru

są zlokalizowane w jednym budynku w kategorii produkcyjno-magazynowej. Rzuty budynku zamieszczono na rys. 1.

Wodór jest dostarczany na teren Stacji w butlach. Butle pełne i puste (maksymalnie 54 szt.) są składowane w pomieszczeniu magazynu butli. W pomieszczeniu znajduje się instalacja wodoru składająca się z czterech stanowisk podłączenia butli oraz armatury instalacji i rurociągów przesyłowych wodoru do pomieszczenia Hangaru Balonowego. W pomieszczeniu znajduje się również wyłączony z użytkowania (pusty) zbiornik pośredni wodoru.

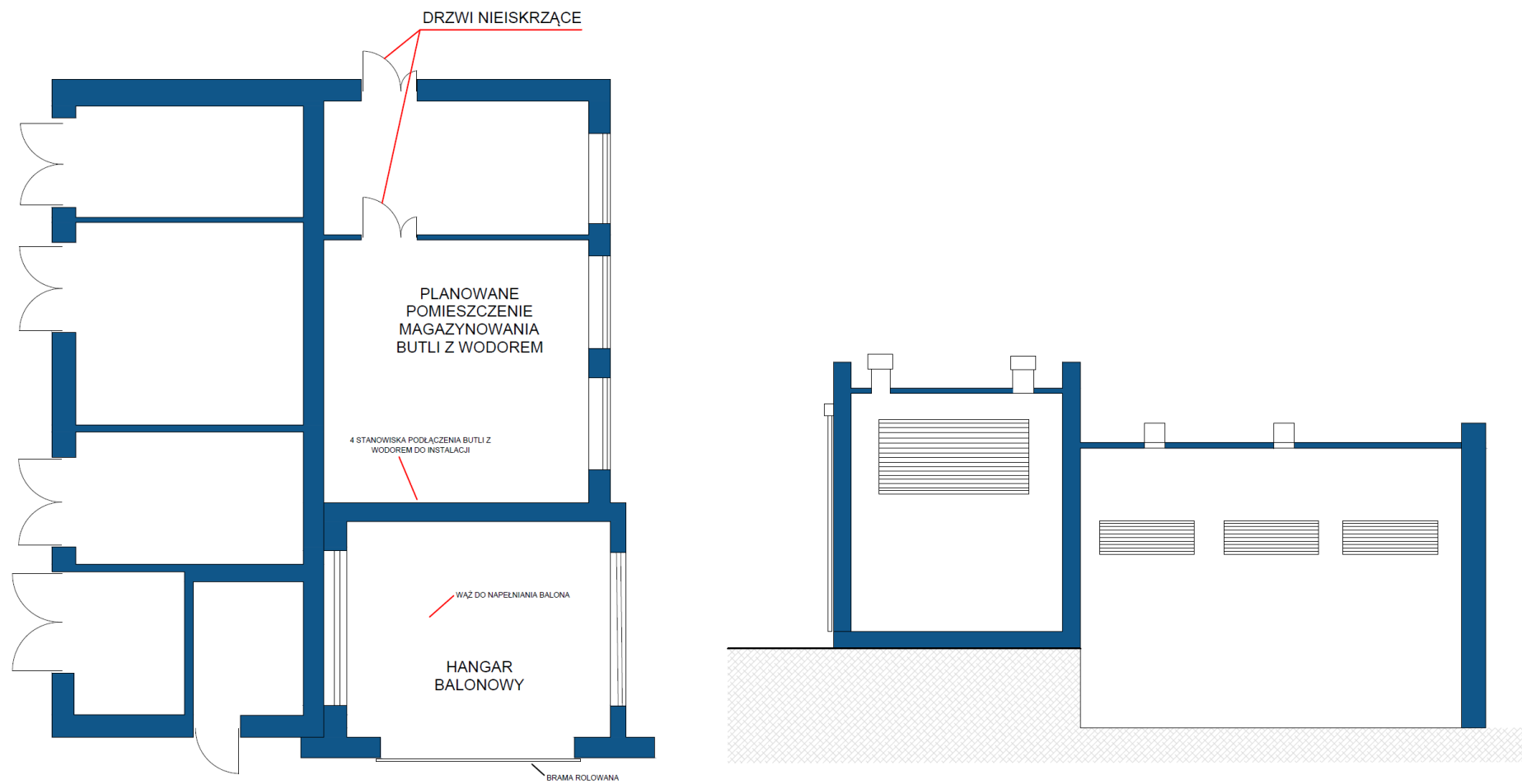
Do pomieszczenia, w którym są magazynowane butle z wodorem prowadzi wejście z pomieszczenia elektrolizera. Elektrolizer jest wyłączony z użytkowania. Elektrolizer jest zneutralizowany gazem obojętnym – azotem.

Pomieszczenie Hangaru Balonowego znajduje się w tym samym budynku ale prowadzi do niego osobne wejście z zewnątrz – brama. W Hangarze Balonowym prowadzone jest napełnienie wodorem balonów o pojemności 2 m<sup>3</sup> i 4 m<sup>3</sup>. Balon jest napełniany przy otwartej bramie pomieszczenia.

Gumowa szyjka balonu wsuwana jest na końcówkę do pompowania minimum 3-5 centymetrów. Następnie końcówka do pompowania z nasuniętym wlotem balonu jest obwiązywana dookoła tasiemką lub sznurkiem w celu zabezpieczenia przed zsunięciem się balonu z nasadki do pompowania.

Zawór służący do napełniania balona jest częściowo odkręcany; balon napełniany jest powoli strumieniem gazu, aż do momentu, gdy powłoka samoistnie się podniesie. Unoszący się balon podczepiany jest za uchwyt na końcówce do pompowania na wadze służącej do pomiaru nośności balonu. Balon o wadze 600 gram pompowany jest do nośności 1200 gram; natomiast balon o wadze 1200 gram do nośności 2300 gram.

Po napełnieniu balonu do odpowiedniej nośności zawór służący do pompowania jest zakręcany, a gumowa szyjka balonu jest szczelnie związowana sznurkiem lub tasiemką. Pod balonem podwieszana jest sonda meteorologiczna wyposażona w czujnik do pomiaru ciśnienia, temperatury i wilgotności, system nawigacji radiowej lub satelitarnej oraz nadajnik. Balon wypuszczany jest w czasie nie dłuższym niż 15 minut od zakończenia pompowania. Wysokość lotu sondy dochodzi do 35 km.



Rys. 1. Rzuty budynku z pomieszczeniami instalacji wodorowej

## 7. Wykaz i charakterystyka substancji niebezpiecznych pod względem wybuchowym

Zagrożenie wybuchem jest związane z materiałami i substancjami przetwarzanymi, stosowanymi lub uwalnianymi przez urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły. Niektóre z tych materiałów i substancji mogą ulegać procesom spalania w powietrzu. Procesom tym często towarzyszy wytwarzanie znaczących ilości ciepła i mogą one być związane ze wzrostem ciśnienia i uwolnieniem materiałów niebezpiecznych. W odróżnieniu od pożaru, wybuch zasadniczo jest samopodtrzymującym rozprzestrzenianiem się strefy reakcji (płomienia) w atmosferze wybuchowej.

Substancje palne należy brać pod uwagę jako materiały, które mogą utworzyć atmosferę wybuchową, chyba że badanie ich właściwości wykazało, że w mieszaninach z powietrzem nie są zdolne do samopodtrzymującego się rozprzestrzeniania wybuchu. To potencjalne zagrożenie związane z atmosferą wybuchową zostaje uwolnione w przypadku zapłonu przez efektywne źródło zapłonu.

Na podstawie udostępnionej dokumentacji przeprowadzono identyfikację materiałów przetwarzanych, stosowanych lub uwalnianych przez urządzenia, systemy ochronne, części i podzespoły, które w określonych warunkach mogą utworzyć atmosferę wybuchową.

Potencjalne zagrożenie wybuchem w obiektach Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie należy rozpatrywać w odniesieniu do zagrożeń wynikających z możliwości utworzenia gazowych atmosfer wybuchowych związanych ze stosowaniem wodoru.

### Klasyfikacja wodoru

Gaz łatwopalny, kat. 1, H220: Skrajnie łatwopalny gaz.

Gazy pod ciśnieniem, gaz sprężony: H280: Zawiera gaz pod ciśnieniem; ogrzanie grozi wybuchem.

### Charakterystyka wodoru

Wodór sprężony H<sub>2</sub> jest gazem bezbarwnym, bez zapachu. Wodór jest gazem skrajnie łatwopalnym. Ogrzanie butli z gazem grozi wybuchem. Dlatego tak ważne jest aby przechowywać go z dala od źródeł ciepła, gorących powierzchni, źródeł iskrzenia, otwartego ognia i innych źródeł zapłonu. Należy chronić je przed światłem słonecznym i przechowywać w dobrze wentylowanym miejscu. Przechowywać z dala od gazów utleniających i innych środków utleniających. Pojemniki nie mogą być przechowywane w warunkach sprzyjających powstawaniu korozji. Przechowywane pojemniki należy okresowo sprawdzać pod względem prawidłowego stanu technicznego oraz wycieków. Kołpak ochronny lub inny osprzęt chroniący zawór pojemnika musi pozostawać na swoim miejscu. Przechowywać butle w miejscu wolnym od zagrożenia pożarowego oraz źródeł ciepła i zapłonu. Nie przechowywać razem z materiałami zapalnymi.

W przypadku pożaru uwolnionego gazu, jeżeli jest to bezpiecznie należy zahamować wyciek. Nie gasić płomieni w miejscu wycieku, ponieważ może dojść do ponownego, niekontrolowanego zapłonu wybuchowego. Z bezpiecznego miejsca kontynuować zraszanie wodą, aż pojemnik stanie się zimny. Użyć środków gaśniczych do stłumienia ognia. Usunąć źródła ognia lub pozostawić do wypalenia.

W wysokich stężeniach wodór może spowodować uduszenie. Objawy obejmują utratę zdolności ruchowych/przytomności. Ofiara może nie być świadoma, że się dusi. Zabezpieczając się izolującym aparatem oddechowym przenieść ofiarę do nieskażonego

obszaru. Utrzymywać ofiarę w ciepłe i spokoju. Wezwać lekarza. W przypadku zaniku oddechu zastosować sztuczne oddychanie.

Właściwości fizyko-chemiczne wodoru podano w tabeli 3.

Tabela 3. Parametry substancji wykazujących właściwości palne

L.p.	Nazwa	Gęstość względem powietrza	Temp. wrzenia [°C]	Temp. zapłonu [°C]	Temp. samo-zapłonu [°C]	Prężność par [kPa]	Granice wybuchowości		Charakterystyka	
							DGW [%V]	GGW [%V]	Grupa wybuchowości	Klasa temperaturowa
1	Wodór	0,07	-253	-	560	165 320	4	77	II C	T1

## OCENA ZAGROŻENIA WYBUCHEM ZAWIERAJĄCA KLASYFIKACJĘ STREF ZAGROŻENIA WYBUCHEM

Pod pojęciem strefy zagrożenia wybuchem rozumie się przestrzeń, w której może występować mieszanina substancji palnej z powietrzem lub innymi utleniaczami o stężeniu zawartym między dolną i górną granicą wybuchowości.

Strefy zagrożenia wybuchem określa się klasyfikując je na podstawie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej jako:

- strefa 0** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, występuje stale, często lub przez długie okresy;
- strefa 1** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;
- strefa 2** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa zawierająca mieszaninę z powietrzem substancji palnych w postaci gazów, par, mgieł, nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres;
- strefa 20** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu występuje stale, często lub przez długie okresy;
- strefa 21** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania;
- strefa 22** - przestrzeń, w której atmosfera wybuchowa w postaci obłoku palnego pyłu w powietrzu nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia, utrzymuje się przez krótki okres.

## 8. Źródło i stopień emisji

Atmosfera wybuchowa może tworzyć się wówczas, gdy w powietrzu występuje gaz palny / para palna lub pył palny. Konieczne jest określenie źródeł emisji, z których gazy / pary lub pyły mogą przedostawać się do atmosfery. Każdą część składową wyposażenia technologicznego (np.: zbiornik, pompa, rurociąg itp.) należy uważać za potencjalne źródło emisji. Jeżeli części te nie zawierają substancji palnych, jest oczywiste, że nie może wokół nich utworzyć się strefa zagrożona wybuchem. To samo dotyczy części zawierających substancje palne, lecz nie mogących ich uwolnić do atmosfery (np.: rurociąg całkowicie spawany nie jest rozważany jako źródło emisji).

Jeżeli ustalono, że część składowa wyposażenia technologicznego może emitować gaz palny / parę palną lub pył palny do atmosfery, należy określić stopień emisji, przez ustalenie prawdopodobnej częstości i czasu trwania emisji.

Zgodnie z Polskimi Normami, wyróżnia się trzy stopnie emisji, uszeregowane według malejącego prawdopodobieństwa występowania gazowej atmosfery wybuchowej:

- Emisja ciągła – emisja, która występuje stale, lub której występowania można spodziewać się w długich okresach;
- Pierwszy stopień emisji – emisja, której występowania podczas normalnej pracy można spodziewać się okresowo lub okazjonalnie;
- Drugi stopień emisji – emisja, której występowania w warunkach normalnej pracy nie można spodziewać się, a jeżeli pojawi się ona rzeczywiście, to może tak się stać tylko rzadko i tylko na krótkie okresy.

Źródło emisji może być zaklasyfikowane do jednego ze stopni emisji, lub do kombinacji więcej niż jednego z nich.

### 8.1. Identyfikacja możliwości wystąpienia atmosfery wybuchowej

W oparciu o prawdopodobieństwo utworzenia potencjalnie wybuchowej mieszaniny gazu lub par cieczy palnej lub pyłu z powietrzem przestrzenie są klasyfikowane do stref zagrożenia wybuchem według tabeli 4.

Tabela 4. Klasyfikacja źródeł emisji do stref zagrożenia wybuchem

Obecność gazu palnego	Strefa zagrożenia wybuchem
Występująca stale– emisja ciągła	0 / 20
Emisja pierwszego stopnia	1 / 21
Emisja drugiego stopnia	2 / 22

## 8.2. Identyfikacja źródeł emisji

W przedmiotowej zidentyfikowano źródła emisji pierwszego oraz drugiego stopnia. Zidentyfikowane źródła emisji oraz ich stopnie podano w tabeli 5.

Tabela 5. Źródła emisji

L.P.	Przestrzeń zagrożona wybuchem	Źródło emisji	Stopień emisji <sup>2)</sup>
1	Hangar Balonowy	Armatura instalacji przesyłu wodoru	S
		Ujście węża służącego do napełniania balona	P
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Zawór przyłączeniowy butli	S
		Zawory przyłączeniowe na stanowiskach podłączania butli do instalacji	P
		Armatura instalacji i rurociągów przesyłowych wodoru	S

<sup>2)</sup> C – ciągła, P – pierwszy, S – drugi

## 9. Wentylacja

Gaz / para lub pył uwolnione do atmosfery mogą zostać rozcieńczone przez rozproszenie lub dyfuzję w powietrzu tak, że ich stężenie stanie się niższe od dolnej granicy wybuchowości. Wentylacja, tj. przemieszczanie powietrza prowadzące do zastąpienia atmosfery w objętości (hipotetycznej) wokół źródła wydzielania świeżym powietrzem, powoduje rozpraszanie. Odpowiednie wentylowanie, wpływając na rodzaj strefy, pozwala także uniknąć zalegania atmosfery wybuchowej.

Wentylację można osiągnąć przez przemieszczanie powietrza zależne od wiatru i/lub różnic temperatury lub za pomocą mechanicznych środków takich jak wentylatory. Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje wentylacji:

- wentylację naturalną;
- wentylację mechaniczną, ogólną lub miejscową.

Skuteczność wentylacji w procesie rozpraszania i zalegania atmosfery wybuchowej zależy od stopnia wentylacji i jej dyspozycyjności.

### Stopnie wentylacji

Najważniejsze jest to, aby stopień lub intensywność wentylacji odnosiły się bezpośrednio do rodzajów źródeł emisji i odpowiadającej im wydajności emisji. Stopień wentylacji jest niezależny od rodzaju wentylacji, czy to będzie szybkość wiatru, czy ilość wymian powietrza na jednostkę czasu. Dzięki temu można optymalizować warunki wentylacji w strefach zagrożonych wybuchem, im większa będzie intensywność wentylacji ze względu na możliwą wydajność emisji, tym mniejsze będą stężenia i zasięgi stref (przestrzeni zagrożonych) i w pewnych przypadkach zredukowane do pomijalnie małych zasięgów (przestrzeni niezagrożona).

Zgodnie z Polskimi Normami rozróżnia się następujące trzy stopnie wentylacji:

- Wysoki – jest w stanie zredukować stężenie przy źródle emisji niemal natychmiast, dając w wyniku stężenie poniżej dolnej granicy wybuchowości. W rezultacie otrzymuje się strefę o małym (nawet pomijalnym) zasięgu.
- Średni – jest w stanie wpływać na stężenie, czego rezultatem jest sytuacja stabilna, w której stężenie poza granicami strefy, w czasie trwania emisji, jest poniżej dolnej granicy wybuchowości i gdzie atmosfera wybuchowa nie zalega w nadmiarze po zakończeniu emisji. Zasięg i rodzaj strefy są ograniczone parametrami konstrukcyjnymi.
- Niski – nie jest w stanie wpływać na stężenie, w czasie trwania emisji i/lub nie może zabezpieczyć przed zbyt dużym zaleganiem atmosfery palnej po zakończeniu emisji.

### **Dyspozycyjność wentylacji**

Dyspozycyjność wentylacji ma wpływ na występowanie lub powstawanie atmosfery wybuchowej i dlatego także na rodzaj strefy.

Zgodnie z Polskimi Normami wyróżnia się trzy poziomy dyspozycyjności wentylacji:

- Dobra – wentylacja prawie zawsze;
- Dostateczna – wentylacja w czasie normalnej pracy. Przerwy są dopuszczalne pod warunkiem ich rzadkiego występowania i w krótkich okresach;
- Słaba – wentylacja, która nie spełnia wymagań dotyczących wentylacji dość dobrej lub dobrej, lecz nie dopuszcza się występowania przerw o długich okresach.

Wentylacji, która nie spełnia wymagań nawet dyspozycyjności słabej nie należy brać pod uwagę jako przyczyniającej się do wentylacji przestrzeni.

## **10. Identyfikacja stref zagrożenia wybuchem**

Zgodnie z obowiązującymi przepisami przeciwpożarowymi pod pojęciem zagrożenia wybuchem rozumie się możliwość tworzenia przez substancje palne w postaci gazów, par, mgieł lub pyłów, w różnych warunkach, mieszanin z powietrzem, które pod wpływem czynnika inicjującego zapłon (iskra, łuk elektryczny, otwarty płomień lub przekroczenie temperatury samozapalenia) wybuchają, czyli ulegają gwałtownemu spalaniu połączonym ze wzrostem ciśnienia.

Na podstawie *rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów* (Dz. U. Nr 109, poz. 719 ze zm.) ostateczne przyjęcie oceny zagrożenia wybuchem dla pomieszczeń, stref i przestrzeni zewnętrznych w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie leży po stronie prowadzącego zakład Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy, jako decydującego o procesie technologicznym.

Klasyfikacja stref zagrożenia wybuchem w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, wraz z całością *Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem* powinna być zatwierdzona i wdrożona. Z zatwierdzoną dokumentacją powinni być zapoznani pracownicy wykonujący, bądź mogący wykonywać, prace w obszarach zagrożonych wybuchem.

## 10.1. Identyfikacja miejsc wystąpienia atmosfer wybuchowych

Strefy zagrożenia wybuchem w pomieszczeniach Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie:

- Hangarze Balonowym,
  - Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru
- zostały wyznaczone na podstawie § 37 ust. 4 rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz U. 2010 Nr 109 poz. 719) oraz Polskich Norm.

Wykaz przestrzeni klasyfikowanych zamieszczono w tabeli 6. Kartę klasyfikacyjną zagrożenia wybuchowego, dla przestrzeni zagrożonych wybuchem zamieszczono w tabeli 7.

Tabela 6. Identyfikacja przestrzeni klasyfikowanych

Nr przestrzeni	Nazwa przestrzeni klasyfikowanej	Substancje palne	Rodzaj przestrzeni
1	Hangar Balonowy	Wodór	PZ
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wodór	Z

**Oznaczenia rodzaju przestrzeni:** Z – zamknięte – są to przestrzenie ograniczone szczelnymi ścianami, stropami i podłogami; PZ – pół-zamknięte – są to przestrzenie ograniczone ścianami, podłogami i stropami wyposażonymi w celowo zaprojektowane otwory wentylacyjne, otwarte stale lub częściowo przysłonięte żaluzjami np.: świetliki w dachach z otworami wentylacyjnymi, ściany z otworami wzdłuż podłogi lub sufitu; PO – półotwarte – są to przestrzenie ograniczone ścianami, dachami, podłogami, nie posiadające co najmniej jednej ściany; O – otwarte – są to przestrzenie ograniczone dachem, podłogą, pozbawione ścian, ewentualnie ograniczone jedną ścianą np. ścianą przeciwpożarową.

Tabela 7. Karta klasyfikacyjna zagrożenia wybuchowego

L.P.	Przestrzeń klasyfikowana	Aparat / Operacja	Substancja	Emisja		Wentylacja			Strefa zagrożenia wybuchem				
				Źródło emisji	Stopień emisji	Rodzaj	Stopień rozrzedzenia	Dyspozycyjność	Rodzaj strefy	Pionowo w górę od źródła emisji H [m]	Pionowo w dół od źródła emisji h [m]	Poziomo od źródła emisji R [m]	Uwagi
1	Hangar Balonowy	Instalacja przesyłu wodoru	Wodór	Armatura instalacji przesyłu wodoru	S	Naturalna	Średni	Dobra	2	Wewnątrz całego pomieszczenia			Wyznacza się strefę 2 zagrożenia wybuchem w całym pomieszczeniu – Hangarze Balonowym oraz strefę 1 zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od ujścia węża służącego do napełniania balona oraz strefę 2 zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji
		Stanowisko napełniania balona	Wodór	Ujście węża służącego do napełniania balona	P	Naturalna	Średni	Dobra	1	0,5	0,5	0,5	
		Wylot wywietrznika dachowego wentylacji	Wodór	Obecność par gazów	S	Naturalna	Średni	Dobra	2	1,5	w dół do dachu	1,5	
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Butle z wodorem	Wodór	Zawór przyłączeniowy butli	S	Naturalna	Średni	Dobra	2	Wewnątrz całego pomieszczenia			Wyznacza się strefę 2 zagrożenia wybuchem w całym pomieszczeniu, w którym są magazynowane butle z wodorem i znajduje się instalacja przesyłu wodoru oraz strefę 1 zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od zaworów przyłączeniowych na stanowiskach podłączania butli do instalacji oraz strefę 2 zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji
		Instalacja przesyłu wodoru	Wodór	Armatura instalacji i rurociągów przesyłowych wodoru	S	Naturalna	Średni	Dobra	2	Wewnątrz całego pomieszczenia			
		Stanowiska podłączania butli do instalacji	Wodór	Zawory przyłączeniowe na stanowiskach podłączania butli do instalacji	P	Naturalna	Średni	Dobra	1	0,5	0,5	0,5	
		Wylot wywietrznika dachowego wentylacji	Wodór	Obecność par gazów	S	Naturalna	Średni	Dobra	2	1,5	w dół do dachu	1,5	

## 10.2. Obliczenie przyrostu ciśnienia w pomieszczeniach $\Delta P$ [Pa], jaki mógłby zostać spowodowany przez wybuch z udziałem gazów lub pyłów palnych

Pomieszczenie, w którym może wytworzyć się mieszanina wybuchowa, powstała z wydzielającej się takiej ilości palnych gazów, par, mgieł lub pyłów, której wybuch mógłby spowodować przyrost ciśnienia w tym pomieszczeniu przekraczający 5 kPa, określa się jako **pomieszczenie zagrożone wybuchem**.

W pomieszczeniu należy wyznaczyć strefę zagrożenia wybuchem, jeżeli może w nim występować mieszanina wybuchowa o objętości co najmniej 0,01 m<sup>3</sup> w zwartej przestrzeni.

Przeprowadzono obliczenia dla następujących pomieszczeń:

- Hangar Balonowy,
- Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru.

Przyrost ciśnienia w pomieszczeniach  $\Delta P$  [Pa], jaki mógłby zostać spowodowany przez wybuch z udziałem substancji palnych, określono według załącznika do Rozporządzenia MSWiA z dnia 07.06.2010, za pomocą następujących równań:

- dla jednorodnych palnych gazów lub par o cząsteczkach zbudowanych z atomów węgla, wodoru, tlenu, azotu i chlorowców:

$$\Delta P = \frac{m_{\max} \cdot \Delta P_{\max} \cdot W}{V \cdot C_{st} \cdot \rho} \quad (1)$$

$$C_{st} = \frac{1}{1 + 4,84 \cdot \beta} \quad \beta = n_C + \frac{n_H - n_{Cl}}{4} - \frac{n_O}{2}$$

gdzie:

$m_{\max}$  – maksymalna masa substancji palnych tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielć się w rozpatrywanym pomieszczeniu [kg];

$\Delta P_{\max}$  – maksymalny przyrost ciśnienia przy wybuchu stechiometrycznej mieszaniny gazowo-lub parowo-powietrznej w zamkniętej komorze [Pa];

$W$  = współczynnik przebiegu reakcji wybuchu; przyjmuje wartość 0,17 dla palnych gazów i uniesionego palnego pyłu i 0,1 dla palnych par i mgieł;

$V$  – objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia, stanowiąca różnicę między objętością pomieszczenia i objętością znajdujących się w nim instalacji [m<sup>3</sup>];

$C_{st}$  – objętościowe stężenie stechiometryczne palnych gazów lub par;

$\beta$  – stechiometryczny współczynnik tlenu w reakcji wybuchu;

$n_C, n_H, n_{Cl}, n_O$  – odpowiednio ilości atomów węgla, wodoru, chlorowców i tlenu w cząsteczce gazu lub pary;

$\rho$  – gęstość palnych gazów lub par w temperaturze pomieszczenia w normalnych warunkach pracy [kg/m<sup>3</sup>].

Lub:

- dla pozostałych substancji palnych:

$$\Delta P = \frac{m_{\max} \cdot q_{sp} \cdot P_0 \cdot W}{V \cdot \rho_p \cdot c_p \cdot T} \quad (2)$$

gdzie:

$m_{\max}$  – maksymalna masa substancji palnych tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielić się w rozpatrywanym pomieszczeniu [kg];

$q_{sp}$  – ciepło spalania rozpatrywanej substancji [J/kg];

$P_0$  – ciśnienie atmosferyczne normalne, równe 101 325 Pa;

$W$  = współczynnik przebiegu reakcji wybuchu; przyjmuje wartość 0,17 dla palnych gazów i uniesionego palnego pyłu i 0,1 dla palnych par i mgieł;

$V$  – objętość przestrzeni powietrznej pomieszczenia, stanowiąca różnicę między objętością pomieszczenia i objętością znajdujących się w nim instalacji [m<sup>3</sup>];

$\rho_p$  – gęstość powietrza w temperaturze  $T$  [kg/m<sup>3</sup>], równe 1,168 kg/m<sup>3</sup>

$c_p$  – ciepło właściwe powietrza [J/kgK], równe 1005 J/kgK

$T$  – temperatura pomieszczenia w normalnych warunkach pracy [K],

Masa palnych par  $m$  (w kg), wydzielających się w pomieszczeniu wskutek parowania cieczy z otwartej powierzchni, jest określana za pomocą równania:

$$m = 10^{-9} \cdot F \cdot \tau \cdot K \cdot P_s \cdot \sqrt{M} \quad (3)$$

gdzie:

$F$  – powierzchnia parowania cieczy (w m<sup>2</sup>) – dla każdego dm<sup>3</sup> cieczy rozlanej na posadzce betonowej przyjmuje się  $F = 0,5$  m<sup>2</sup> dla roztworów zawierających nie więcej niż 70 % masowego udziału rozpuszczalnika i  $F = 1$  m<sup>2</sup> dla pozostałych cieczy;

$\tau$  – przewidywany maksymalny czas wydzielania się par (s);

$K$  – współczynnik parowania określony w tabeli;

$P_s$  – prężność pary nasyconej w temperaturze pomieszczenia  $t$  w °C (Pa):

$$P_s = 133 \cdot 10^{\left[ A - \frac{B}{t + C_A} \right]} \quad (4)$$

$A, B, C_A$  – współczynniki równania Antoine'a dla danej cieczy;

$M$  – masa cząsteczkowa cieczy (kg x kmol<sup>-1</sup>)

Wyniki obliczeń wg. wzoru 1 zawarto w tabeli 8.

Tabela 8. Obliczenia przyrostu ciśnienia w przestrzeniach zamkniętych

L.P.	Pomieszczenie	Substancja palna	Maksymalna ilość substancji palnych [kg]	dPmax [Pa]	Obj. pom. bez urządzeń [m <sup>3</sup> ]	$\Delta P$ [kPa]
1	Hangar Balonowy	Wodór	0,5	625000	184	11
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wodór	3,4	625000	372	37

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń wynika, że przyrost ciśnienia spowodowany wybuchem w analizowanych pomieszczeniach, przy założonych maksymalnych masach substancji palnych tworzących mieszaninę wybuchową, jaka może wydzielić się w:

- Hangarze Balonowym **przekroczy wartość 5 kPa**,
- Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru **przekroczy wartość 5 kPa**.

Zgodnie z § 32.1 ust.5 Rozporządzenia MSWiA z dnia 07.06.2010 **pomieszczenia te są klasyfikowane jako zagrożone wybuchem**.

### 10.3. Wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem

Wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem wraz z ich klasyfikacją na strefy zamieszczono w tabeli 9.

Tabela 9. Wykaz przestrzeni zagrożonych wybuchem wraz z ich klasyfikacją na strefy

L.P.	Nazwa przestrzeni klasyfikowanej	Aparat / Operacja	Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem
1	Hangar Balonowy	Instalacja przesyłu wodoru	Wyznacza się strefę 2 zagrożenia wybuchem w całym pomieszczeniu – Hangarze Balonowym oraz strefę 1 zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od ujścia węża służącego do napełniania balona oraz strefę 2 zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji
		Stanowisko napełniania balona	
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Butle z wodorem	Wyznacza się strefę 2 zagrożenia wybuchem w całym pomieszczeniu, w którym są magazynowane butle z wodorem i znajduje się instalacja przesyłu wodoru oraz strefę 1 zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od zaworów przyłączeniowych na stanowiskach podłączania butli do instalacji oraz strefę 2 zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji
		Instalacja przesyłu wodoru	
		Stanowiska podłączania butli do instalacji	

## 10.4. Oznakowanie stref zagrożenia wybuchem

Wszystkie miejsca, w których występują strefy zagrożenia wybuchem należy właściwie oznakować w sposób zapewniający dostarczenie informacji o zagrożeniach związanych z możliwością wystąpienia wybuchu zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 08.07.2010 r. – poprzez umieszczenie znaku ostrzegawczego w miejscach wstępu do przestrzeni, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem.

1. Cechy charakterystyczne znaku ostrzegawczego:

- kształt trójkątny,
- czarne litery EX na żółtym tle z czarnym obramowaniem,
- żółte tło stanowi co najmniej 50 % powierzchni znaku.













2. Wzór graficzny znaku ostrzegawczego:



3. Dopuszcza się umieszczanie poza znakiem dodatkowych opisów, w szczególności dotyczących oznaczenia stref.

Proponowane, ale niewymagane, jest oznakowanie przestrzeni zagrożonych wybuchem w sposób przedstawiony w tabeli 10. Podstawowym i wymaganym oznakowaniem w terenie jest umieszczenie znaku ostrzegawczego, wg wzoru wskazanego powyżej, w miejscach wstępu do przestrzeni, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem. Oznaczenie wskazujące rodzaj strefy (0/1/2) jest oznaczeniem dodatkowym, wymaganym przede wszystkim w dokumentacji klasyfikacyjnej.

Tabela 10. Lokalizacja i zasięgi stref zagrożenia wybuchem

L.P.	Nazwa przestrzeni klasyfikowanej	Rodzaj i zasięg strefy zagrożenia wybuchem
1	Hangar Balonowy	  <p>ZASIĘG STREFY 2 ZAGROŻENIA WYBUchem w całym pomieszczeniu – Hangarze Balonowym oraz</p>   <p>ZASIĘG STREFY 1 ZAGROŻENIA WYBUchem w promieniu 0,5 m od ujścia węża służącego do napełniania balona</p>   <p>ZASIĘG STREFY 2 ZAGROŻENIA WYBUchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji</p>
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	  <p>ZASIĘG STREFY 2 ZAGROŻENIA WYBUchem w całym pomieszczeniu, w którym są magazynowane butle z wodorem i znajduje się instalacja przesyłu wodoru oraz</p>   <p>ZASIĘG STREFY 1 ZAGROŻENIA WYBUchem w promieniu 0,5 m od zaworów przyłączeniowych na stanowiskach podłączania butli do instalacji</p>   <p>ZASIĘG STREFY 2 ZAGROŻENIA WYBUchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji</p>

### 10.5. Dokonywanie przeglądu klasyfikacji stref zagrożenia wybuchem

Pracodawca ma obowiązek wszechstronnej oceny wszystkich nowo wprowadzanych materiałów, technologii, operacji i czynności ze względu na zagrożenie wybuchem, jakie mogą one spowodować oraz podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych i ochronnych. W przypadku wprowadzenia zmian w ilości i rodzaju stosowanych materiałów niebezpiecznych oraz w technologii produkcji pracodawca niezwłocznie dokona przeglądu klasyfikacji stref zagrożenia wybuchem i weryfikacji zastosowanych środków zapobiegania wybuchom przeprowadzając aktualizację treści niniejszego *DOKUMENTU ZABEZPIECZENIA PRZED WYBUchem*.

## 11. Identyfikacja efektywnych źródeł zapłonu

Identyfikację źródeł zapłonu wykonano wg normy PN-EN 1127-1:2019 dla 13 potencjalnych źródeł zapłonu:

- Gorące powierzchnie
- Płomienie i gorące gazy
- Iskry mechaniczne
- Urządzenia elektryczne
- Prądy błędzące
- Wyładowania elektrostatyczne:
  - koronowe
  - snopiaste
  - snopiaste ślizgowe
  - stożkowe
  - iskrowe
- Wyładowania atmosferyczne
- Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej  $10^4 - 3 \times 10^{12}$  Hz
- Fale elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości od  $3 \times 10^{11}$  Hz do  $3 \times 10^{15}$  Hz
- Promieniowanie jonizujące
- Ultradźwięki
- Sprężanie adiabatyczne
- Reakcje egzotermiczne

W analizowanych przestrzeniach technologicznych:

- Hangar Balonowy,
- Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru

bezpośrednimi czynnikami mogącymi zainicjować zapłon i w konsekwencji wybuch mieszaniny wybuchowej (powstałej na skutek uwolnienia mieszaniny wybuchowej) mającymi swoje źródło w nieprawidłowej pracy urządzeń technologicznych mogą być: iskry generowane mechanicznie i iskry elektryczne oraz wyładowania elektrostatyczne iskrowe. Ponadto źródłem zapłonu mieszaniny wybuchowej mogą być oddziaływania typowo zewnętrzne takie jak wyładowania atmosferyczne – uderzenie pioruna. Źródłem zapłonu mogą być również prądy błędzące w systemach przewodzących elektryczność. Zagrożenie wybuchem, bądź pożarem może również wynikać z używania otwartego ognia w przypadku nieprzestrzegania procedur: palenia tytoniu, używania telefonu komórkowego, stosowania w pracy narzędzi iskrzących, niewłaściwej obsługi instalacji.

W przypadku remontu oraz prac konserwacyjnych należy każdorazowo przed przystąpieniem do prac dokonać indywidualnej oceny zagrożeń, w tym pożarowo-wybuchowych. Przed rozpoczęciem prac należy zidentyfikować występowanie efektywnych źródeł zapłonu. Należy przestrzegać zasad prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych określonych w procedurach i instrukcjach eksploatującego.

### Płomienie i gorące gazy

Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od płomieni i gorących gazów spowodowane błędem ludzkim, np. zapłon od płomienia zapałki (temperatura 600÷700°C), żarzącego się niedopałka papierosa (temperatura 450÷660°C), w przypadkach prowadzenia prac remontowych, np. zapłon od płomienia palnika gazowego spawalniczego (temperatura około 3000°C).

### Iskry mechaniczne

Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od iskry mechanicznej w przypadkach prowadzenia prac konserwacyjno-remontowych, gdy są stosowane nieodpowiednie narzędzia (mogące iskrzyć) i istnieje zła organizacja pracy – w wyniku uderzenia od obcych przedmiotów.

### Urządzenia elektryczne

Źródłem zapłonu mogą być urządzenia elektryczne, które nie są wykonane w systemie przeciwwybuchowym Ex i nie są dostosowane do pracy w danej strefie zagrożenia wybuchem. Ponadto możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od uszkodzonych lub niesprawnych urządzeń elektrycznych.

### Prądy błędzące

Prądy błędzące mogą płynąć w systemach przewodzących elektryczność lub częściach systemów jako wynik zwarcia albo doziemienia z powodu uszkodzeń instalacji elektrycznych a także jako wynik wyładowania atmosferycznego.

### Wyładowania elektrostatyczne iskrowe

Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od wyładowania elektrostatycznego iskrowego – w wyniku uszkodzenia układu odprowadzającego ładunki elektrostatyczne (uziemia), niestosowania odzieży antyelektrostatycznej przez pracowników wykonujących prace w strefach zagrożonych wybuchem.

### Wyładowania atmosferyczne

Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od wyładowania atmosferycznego. Nawet bez uderzenia pioruna, burze mogą powodować indukowane wysokie napięcie w urządzeniach, systemach ochronnych, rurociągach prowadzące do kumulacji ładunku elektrostatycznego na instalacji lub produkcie i w konsekwencji do powstania iskry o potencjalnie dużym ładunku.

Charakterystykę potencjalnych źródeł zapłonu zawarto w tabeli 11.

Tabela 11. Identyfikacja źródeł zapłonu

L.p.	Źródło zapłonu	Możliwość wystąpienia	Skuteczność	Uwagi
1	Gorące powierzchnie	NIE	-	Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od gorących powierzchni.
2	Płomienie i gorące gazy	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od płomieni i gorących gazów spowodowane błędem ludzkim, np. zapłon od płomienia zapalki (temperatura 600÷700°C), żarzącego się niedopałka papierosa (temperatura 450÷660°C), w przypadkach prowadzenia prac remontowych, np. zapłon od płomienia palnika gazowego spawalniczego (temperatura około 3000°C).
3	Iskry mechaniczne	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od iskry mechanicznej w przypadkach prowadzenia prac remontowych gdy są stosowane nieodpowiednie narzędzia (mogące iskrzyć) i istnieje zła organizacja pracy - w wyniku uderzenia od obcych przedmiotów lub tarcia elementów roboczych.
4	Urządzenia elektryczne	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od urządzeń i instalacji elektrycznych nieprzystosowanych do stosowania w strefach zagrożenia wybuchem. Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od uszkodzonych lub niesprawnych urządzeń elektrycznych.
5	Prądy błędzące	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od prądów błędzących jako wynik zwarcia albo doziemienia z powodu uszkodzeń instalacji elektrycznych a także jako wynik wyładowania atmosferycznego.
6	Wyładowania elektrostatyczne:			
	- koronowe	NIE	-	
	- snopiaste	NIE	-	
	- snopiaste ślizgowe	NIE	-	
	- stożkowe	NIE	-	
	- iskrowe	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od wyładowania elektrostatycznego iskrowego – w wyniku uszkodzenia lub braku układu odprowadzającego ładunki elektrostatyczne (uziemienia), niestosowania odzieży antyelektrostatycznej przez pracowników wykonujących prace w strefach zagrożenia wybuchem.
7	Wyładowania atmosferyczne	TAK	TAK, mogą dostarczyć wystarczającej energii	Możliwe jest wystąpienie źródła zapłonu od uderzenia pioruna.
8	Fale elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej (RF) od $10^4$ do $3 \times 10^{12}$ Hz	NIE	-	Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od fal elektromagnetycznych o częstotliwości radiowej.
9	Fale elektromagnetyczne od $3 \times 10^{11}$ do $3 \times 10^{15}$ Hz	NIE	-	Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od fal elektromagnetycznych o wysokiej częstotliwości.
10	Promieniowanie jonizujące	NIE	-	Nie występuje to zagrożenie. Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od promieniowania jonizującego.

L.p.	Źródło zapłonu	Możliwość wystąpienia	Skuteczność	Uwagi
11	Ultradźwięki	NIE	-	W strefach zagrożenia wybuchem i w ich otoczeniu nie występują źródła ultradźwięków. Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od ultradźwięków.
12	Sprężanie adiabatyczne oraz fale uderzeniowe	NIE	-	Nie występuje to zagrożenie. Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od sprężania adiabatycznego.
13	Reakcje egzotermiczne łącznie z samozapłonem pyłów	NIE	-	Nie występuje to zagrożenie. Nie jest możliwe wystąpienie źródła zapłonu od reakcji egzotermicznych.

## 12. Stosowane środki zintegrowanej ochrony przeciwybuchowej

### 12.1. Środki zapobiegania powstaniu atmosfery wybuchowej

Zapobieganie powstawaniu atmosfer wybuchowych jest najważniejszym działaniem prewencyjnym uniemożliwiającym wystąpienie wybuchu. Wymagane techniczne środki zapobiegające uwolnieniom substancji palnych i tworzeniu się atmosfery wybuchowej zawarto w tabeli 12. Wymagane organizacyjne środki zapobiegające uwolnieniom substancji palnych i tworzeniu się atmosfery wybuchowej zawarto w tabeli 13.

Tabela 12. Techniczne środki zapobiegające tworzeniu się atmosfery wybuchowej

Lp.	Środek zabezpieczeń	Lokalizacja	Charakterystyka
1	Projekt instalacji przesyłu wodoru oraz konstrukcja butli	Hangar Balonowy, Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Instalacja przesyłu wodoru zaprojektowana na odpowiednio maksymalne parametry robocze (ciśnienie i temperatura) Konstrukcja butli odporna na maksymalne parametry robocze (ciśnienie i temperatura)

Tabela 13. Organizacyjne środki zapobiegające tworzeniu się atmosfery wybuchowej

Lp.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
1	Kontrola stanu technicznego instalacji i butli	Zapobiega korozji i osłabieniu wytrzymałości a tym samym rozszczelnieniu instalacji i butli
2	Okresowe konserwacje i remonty	Zapobiega korozji, osłabieniu ścianki i rozszczelnieniu instalacji i butli

## 12.2. Środki kontroli zapłonu

Jeżeli nie można zapobiec wytworzeniu się atmosfery wybuchowej, należy uniemożliwić jej zapłon. Można to osiągnąć przy użyciu środków kontroli, które zapobiegają lub zmniejszają prawdopodobieństwo wystąpienia źródeł zapłonu. Wymagane środki zapobiegające występowaniu efektywnych źródeł zapłonu konieczne zawarto w tabeli 14.

Tabela 14. Środki kontroli zapłonu

L.P.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
1	Wprowadzenie zakazów i nakazów oraz oznakowanie znakami bezpieczeństwa	Eliminacja źródła zapłonu od płomieni i gorących gazów spowodowanych błędami ludzkimi
	Szkolenia pracowników	
2	Pisemne pozwolenie wykonania prac niebezpiecznych pod względem pożarowym	Eliminacja źródła zapłonu od płomieni i gorących gazów podczas prac remontowo-konserwacyjnych
3	Zapewnienie odpowiedniej konserwacji i przeglądów instalacji i urządzeń technologicznych	Eliminacja źródła zapłonu od iskry mechanicznej
	Nakaz stosowania narzędzi nieiskrzących ręcznych podczas prac w strefach zagrożonych wybuchem	
4	Zapewnienie konserwacji i przeglądów instalacji i urządzeń elektrycznych	Eliminacja źródła zapłonu od urządzeń elektrycznych
	Instalacja elektryczna, czujniki i urządzenia w przestrzeniach zagrożonych wybuchem w wykonaniu przeciwybuchowym Ex	
	Zakaz stosowania oświetlenia w wykonaniu zwykłym i elektronarzędzi	
5	Zapewnienie konserwacji i przeglądów instalacji i urządzeń technologicznych	Eliminacja źródła zapłonu od prądów błądzących
6	Uziemienie instalacji i wyrównywanie potencjałów	Eliminacja źródła zapłonu od wyładowania elektrostatycznego iskrowego
	Podłoga z powłoką antystatyczną	
	Nakaz stosowania odzieży i obuwia w wykonaniu antyelektrostatycznym	
7	Instalacja odgromowa	Eliminacja źródła zapłonu od wyładowania atmosferycznego
	Zakaz prowadzenia operacji załadunku balona w czasie silnych wyładowań atmosferycznych	

Dodatkowo dla zapobiegania wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej wymagane są środki kontroli operacyjnej. Ich wykaz zawarto w tabeli 15.

Tabela 15. Środki kontroli operacyjnej

L.P.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
1	Klasyfikacja i oznakowanie stref zagrożenia wybuchem	Wszystkie miejsca, w których występują strefy zagrożenia wybuchem należy oznakować zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 08.07.2010 r. – poprzez umieszczenie znaku ostrzegawczego w miejscach wstępu do przestrzeni, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem. Proponowane jest zastosowanie dodatkowego oznakowania – patrz tabela 10

L.P.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
2	Instrukcja stanowiskowa określająca zasady bezpiecznego wykonywania prac w strefach zagrożenia wybuchem	Opis procedur bezpiecznego prowadzenia operacji wraz z instrukcją postępowania w przypadku awarii
3	Instrukcja Bezpieczeństwa Pożarowego	Opis zasad bezpieczeństwa pożarowego, w tym wykonywania prac niebezpiecznych pod względem pożarowym realizowanych na podstawie polecenia pisemnego
4	Codzienne kontrole stanu bezpieczeństwa przez pracowników	Wykrywanie awarii, wycieków, pożarów

Jedną z głównych przyczyn zdarzeń takich jak pożary i wybuchy jest niedbałe używanie sprzętu do spawania i cięcia gazowego w czasie prac remontowo-konserwacyjnych. Zagrożenie pożarem i wybuchem może zostać zminimalizowane poprzez usunięcie medium, dokonanie inertyzacji i sprawdzenie stężenia gazów palnych detektorem indywidualnym.

W wielu przypadkach nie jest możliwe w sposób pewny uniknięcie powstawania atmosfer wybuchowych i źródeł zapłonu. Dotyczy to szczególnie wnętrza instalacji technologicznych, z których wybuch może wydostać się na zewnątrz.

### 12.3. Środki ochrony przeciwybuchowej

W wielu przypadkach nie jest możliwe w sposób pewny uniknięcie powstawania atmosfer wybuchowych i źródeł zapłonu. Dotyczy to szczególnie wnętrza aparatów / urządzeń technologicznych, z których wybuch może wydostać się na zewnątrz. Należy zatem podjąć odpowiednie środki, służące do ochrony przeciwybuchowej i ograniczenia szkodliwego efektu wybuchu.

Wykaz zastosowanych środków ochrony przeciwybuchowej i ograniczenia szkodliwego efektu wybuchu zamieszczono w tabeli 16, natomiast wykaz zastosowanych środków ograniczenia skutków awarii dla ludzi, majątku i środowiska zamieszczono w tabeli 17.

Tabela 16. Środki ochrony przeciwybuchowej i ograniczenia szkodliwego efektu wybuchu

Lp.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
1	Detekcja stężeń wybuchowych	System detekcji gazu gazex (dwie centrale) informujący o przekroczeniu stężeń niebezpiecznych. Sygnał optyczny i akustyczny.
2	Żaluzje wentylacyjne	Połączone z systemem detekcji gazu gazex – uruchamiane automatycznie po wykryciu stężeń niebezpiecznych

Tabela 17. Środki ograniczenia skutków awarii dla ludzi, majątku i środowiska

Lp.	Środek zabezpieczeń	Charakterystyka
1	Przeciwpożarowy wyłącznik prądu	Hangar Balonowy z Pomieszczeniem Elektrolizerni, wyposażony jest w przeciwpożarowy wyłącznik prądu odcinający dopływ prądu do wszystkich obwodów, z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru
2	Sieć hydrantowa	Zapewnienie wody do celów ppoż. poprzez 3 hydranty zewnętrzne naziemne DN 80
3	Gaśnice proszkowe 2 x 9 kg proszku ABC	Gaszenie pożarów w zarodku
4	Drogi komunikacyjne	Utwardzone oraz oświetlone drogi komunikacyjne. Swobodny dojazd dla samochodów jednostek ratowniczych.

## 12.4. Dobór wyposażenia do przestrzeni zagrożonych wybuchem

W miejscach, w których substancje palne i wybuchowe mogą wystąpić w niebezpiecznych stężeniach, należy stosować odpowiednie wyposażenie w celu zmniejszenia ryzyka wybuchu.

Analizowane przestrzenie technologiczne:

- Hangar Balonowy
- Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru

wyposażono w instalacje i urządzenia:

- Technologiczne niefelktryczne;
- Technologiczne elektryczne;
- Uziemiające;
- Ochrony przeciwpożarowej.

### Instalacje i urządzenia technologiczne niefelktryczne

Wyposażenie technologiczne instalacji w strefach zagrożenia wybuchem pod względem bezpieczeństwa i zmniejszenia zagrożenia pożarem i wybuchem musi odpowiadać warunkom technicznym określonym w Polskiej Normie:

- PN-EN ISO 80079-36:2016. Lipiec 2016. Urządzenia niefelktryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem. Część 36: Metodyka i wymagania

Aby zmniejszyć możliwość wystąpienia źródła zapłonu od iskry mechanicznej w strefach zagrożenia wybuchem należy zapewnić konserwację i przeglądy instalacji i urządzeń technologicznych zgodnie z zaleceniami producenta i Polskimi Normami.

### Instalacje i urządzenia elektryczne

Instalacje i urządzenia elektryczne w strefach zagrożenia wybuchem będące wyposażeniem instalacji pod względem bezpieczeństwa i zmniejszenia zagrożenia pożarem i wybuchem muszą odpowiadać warunkom technicznym określonym w Polskich Normach:

- PN-EN 60079-0:2018. Wrzesień 2018. Atmosfery wybuchowe – Część 0: Urządzenia – Podstawowe wymagania,
- PN-EN 60079-14:2014. Czerwiec 2014. Atmosfery wybuchowe – Część 14: Projektowanie, dobór i montaż instalacji elektrycznych,

- PN-EN 60079-17:2014. Maj 2014. Atmosfery wybuchowe – Część 17: Kontrola i konserwacja instalacji elektrycznych,
- PN-EN IEC 60079-19:2020. Lipiec 2020. Atmosfery wybuchowe – Część 19: Naprawa, remont i regeneracja urządzeń,
- PN-EN 60079-25:2011. Styczeń 2016. Atmosfery wybuchowe – Część 25: Systemy iskrobezpieczne,
- PN-EN ISO 80079-36:2016. Lipiec 2016. Urządzenia nielektryczne w przestrzeniach zagrożonych wybuchem – Część 36: Metodyka i wymagania,
- PN-EN 60529:2003/A2. Lipiec 2014. Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP).

Aby zmniejszyć możliwość wystąpienia źródła zapłonu od iskry elektrycznej powstałej od uszkodzonych lub niesprawnych urządzeń elektrycznych należy zapewnić konserwację i przeglądy instalacji i urządzeń elektrycznych zgodnie z zaleceniami producenta i Polskimi Normami.

#### Instalacja uziemiająca

Instalacje uziemień i przewodów ochronnych zabezpieczające przed wystąpieniem źródła zapłonu od wyładowania elektrostatycznego iskrowego muszą być wykonane i konserwowane zgodnie z Polskimi Normami:

- PN-E-05204:1994P. Październik 1994. Ochrona przed elektrycznością statyczną – Ochrona obiektów, instalacji i urządzeń – Wymagania,
- PN-HD 60364-4-443:2016. Marzec 2016. Instalacje elektryczne niskiego napięcia -- Część: 4-443: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed zaburzeniami napięciowymi i zaburzeniami elektromagnetycznymi – Ochrona przed przejściowymi przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi,
- PN-HD 60364-5-54:2011. Sierpień 2011. Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-54: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Układy uziemiające i przewody ochronne.

#### Instalacja odgromowa

Instalacje odgromowe zabezpieczające przed wystąpieniem źródła zapłonu od wyładowania atmosferycznego muszą być wykonane i konserwowane zgodnie z Polskimi Normami:

- PN-EN 62305-1:2011. Marzec 2014. Ochrona odgromowa – Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 62305-4:2011. Luty 2015. Ochrona odgromowa – Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach.

#### Instalacja ochrony przeciwpożarowej

Szczegółowe informacje dotyczące instalacji ochrony przeciwpożarowej zawiera **INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO**.

## OCENA RYZYKA ZWIĄZANEGO Z MOŻLIWOŚCIĄ WYSTĄPIENIA ATMOSFERY WUBUCHOWEJ

### 13. Miejsca pracy w strefach zagrożenia wybuchem

Tabela 18. Miejsca pracy w strefach zagrożenia wybuchem

L.P.	Miejsce pracy / przestrzeń	Czas trwania narażenia	Częstość narażenia
1	Hangar Balonowy	1-4 godz. / dzień	Co dzień
2	Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1-4 godz. / dzień	Co dzień

### 14. Zasady prowadzenia ewakuacji osób i mienia z obiektu

Osobom znajdującym się w strefach zagrożenia wybuchem zapewnione są warunki ewakuacji umożliwiające szybkie i bezpieczne opuszczenie strefy zagrożonej.

W przypadku awarii technologicznych należy je usunąć, a w razie niemożności usunięcia lub zagrożenia wybuchem lub pożarem należy bezwzględnie zatrzymać proces.

W przypadku awarii wszyscy pracownicy po ogłoszeniu alarmu na zagrożonym terenie zabezpieczają swoje miejsca pracy i udają się do wyznaczonych punktów zbornych.

Działaniami z zakresu zwalczania pożaru i ewakuacji oraz udzielania pierwszej pomocy kieruje osoba wyznaczona przez pracodawcę zgodnie z *INSTRUKCJĄ BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO*.

### 15. Ocena wzajemnego oddziaływania procesów pracy

Występowanie atmosfer wybuchowych w:

- Hangarze Balonowym
- Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru

jest nierozdzielnie związane z miejscami potencjalnych emisji substancji palnych lub ich par. Możliwość wzajemnego oddziaływania istniejących instalacji wynika głównie z ich powiązań technologicznych.

Dla Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie należy wdrożyć środki bezpieczeństwa, wymienione w punkcie 12 niniejszego *Dokumentu*, aby zminimalizować ryzyko oddziaływania skutków ewentualnego wybuchu pomiędzy poszczególnymi procesami pracy.

## **16. Analiza ryzyka**

W środowisku pracy, gdzie mogą być obecne palne i wybuchowe substancje chemiczne istnieje zagrożenie występowania atmosfer wybuchowych. Konieczne jest przeprowadzenie analizy i oceny ryzyka wystąpienia wybuchu.

W tym celu zastosowano półilościową metodę matrycy ryzyka do wstępnego oszacowania możliwości wystąpienia wybuchu dla potencjalnych scenariuszy awaryjnych oraz metodę ExAWZ do oceny ryzyka wystąpienia wybuchu w miejscach pracy gdzie atmosfera wybuchowa może wystąpić w ilościach zagrażających zdrowiu i bezpieczeństwu pracowników.

## 16.1. Określenie zdarzeń awaryjnych związanych z wybuchem w miejscu pracy

Tabela 19. Wykaz scenariuszy awaryjnych związanych z możliwością wystąpienia wybuchu

L.p.	Miejsce pracy	Strefa zagrożenia wybuchem	Efektywne źródło zapłonu / Zagrożenie	Przyczyna wystąpienia	Opis rodzaju oddziaływań			Kategoria częstości	Kategoria wielkości skutków	Określenie poziomu ryzyka	Wymagane dodatkowe środki zmniejszające ryzyko	Kategoria częstości	Kategoria wielkości skutków	Określenie poziomu ryzyka
					Człowiek	Środowisko	Majątek							
1	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1, 2	Otwarty płomień, gorący gaz lub cząstki (tlenie)	Prowadzenia prac niezgodnie z procedurami (zapłon od płomienia zapałki, żarzącego się niedopałka papierosa)	Oddziaływania średnie	Oddziaływania niskie	Oddziaływania średnie	dość często	Kategoria 3	TNA	Instrukcja zabezpieczenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym wraz z protokołem zabezpieczenia miejsc pracy, uwzględniająca odniesienia do zagrożeń wybuchowych. W strefach zagrożonych wybuchem powinny obowiązywać następujące zakazy: Zakaz używania otwartego ognia; Zakaz palenia tytoniu; Zakaz używania telefonów komórkowych. Czynności zabronione i obowiązki w zakresie ochrony przeciwpożarowej powinny zostać określone w Instrukcji Bezpieczeństwa Pożarowego.	sporadycznie	Kategoria 3	TA
2	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1, 2	Iskry mechaniczne	Prowadzenia prac niezgodnie z procedurami (w wyniku uderzenia od obcych przedmiotów)	Oddziaływania niskie	Oddziaływania pomijalne	Oddziaływania niskie	sporadycznie	Kategoria 3	TA	Instrukcja zabezpieczenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym wraz z protokołem zabezpieczenia miejsc pracy, uwzględniająca odniesienia do zagrożeń wybuchowych. Opracowanie i wdrożenie instrukcji stanowiskowej. W strefach zagrożonych wybuchem musi obowiązywać: Zakaz posiadania i używania obcych przedmiotów (np. w kieszeniach). Dobór urządzeń w wykonaniu specjalnym pod kątem przeznaczenia do pracy w sklasyfikowanej przestrzeni zagrożenia wybuchem.	rzadko	Kategoria 3	TA
3	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1, 2	Urządzenia elektryczne	Wadliwa praca urządzeń Niewłaściwy nadzór i konserwacja urządzeń elektrycznych Stosowanie urządzeń / instalacji elektrycznych niezgodnych z Dyrektywą ATEX	Oddziaływania średnie	Oddziaływania pomijalne	Oddziaływania niskie	dość często	Kategoria 3	TNA	Weryfikacja i dobór urządzeń elektrycznych w wykonaniu specjalnym pod kątem przeznaczenia do pracy w sklasyfikowanej przestrzeni zagrożenia wybuchem. Opracowanie i wdrożenie systemu kontroli i serwisowania urządzeń w wykonaniu specjalnym. W strefach zagrożonych wybuchem musi obowiązywać: Zakaz stosowania elektronarzędzi; Zakaz stosowania tymczasowych źródeł oświetlenia w wykonaniu zwykłym; Zakaz stosowania przedłużaczy elektrycznych w wykonaniu zwykłym. Wszystkie instalacje i urządzenia elektryczne pracujące w strefach zagrożenia wybuchem – stałe oraz tymczasowe, muszą być w wykonaniu przeciwybuchowym Ex zgodnym z ATEX 137. Dobór urządzeń elektrycznych w wykonaniu specjalnym pod kątem przeznaczenia do pracy w sklasyfikowanej przestrzeni zagrożenia wybuchem.	sporadycznie	Kategoria 3	TA

L.p.	Miejsce pracy	Strefa zagrożenia wybuchem	Efektywne źródło zapłonu / Zagrożenie	Przyczyna wystąpienia	Opis rodzaju oddziaływań			Kategoria częstości	Kategoria wielkości skutków	Określenie poziomu ryzyka	Wymagane dodatkowe środki zmniejszające ryzyko	Kategoria częstości	Kategoria wielkości skutków	Określenie poziomu ryzyka
					Człowiek	Środowisko	Majątek							
4	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1, 2	Elektryczność statyczna	Wadliwe działanie / niewłaściwe lub brak uziemienia / niewłaściwe mostkowanie elementów instalacji uziemiającej Niestosowanie odzieży, obuwia i środków ochrony indywidualnej w wykonaniu antystatycznym	Oddziaływania niskie	Oddziaływania pomijalne	Oddziaływania niskie	dość często	Kategoria 3	<b>TNA</b>	Zapewnienie technicznego zabezpieczenia układu przed wylądowaniami elektryczności statycznej (uziemia i mostkowanie wszystkich przewodzących elementów urządzeń i wyposażenia pomieszczeń). Wdrożenie systemu kontroli i serwisowania zabezpieczeń przed wylądowaniami elektryczności statycznej. Opracowanie i wdrożenie do stosowania instrukcji ochrony przed elektrycznością statyczną w strefach zagrożenia wybuchem. W strefach zagrożonych wybuchem musi obowiązywać: Nakaz stosowania odzieży, rękawic, obuwia w wykonaniu antyelektrostatycznym. Podłoga w pomieszczeniach jest pokryta powłoką odprowadzającą ładunki elektrostatyczne. Należy dokonywać kontroli wizualnej oraz pomiarów rezystancji.	sporadycznie	Kategoria 3	<b>TA</b>
5	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	1, 2	Wylądowanie atmosferyczne / Prądy błędzące	Uderzenie pioruna	Oddziaływania niskie	Oddziaływania pomijalne	Oddziaływania niskie	sporadycznie	Kategoria 3	<b>TA</b>	Zapewnienie technicznego zabezpieczenia układu przed indukcją wysokich napięć w urządzeniach i aparaturze (instalacja ogromowa obiektu).	rzadko	Kategoria 3	<b>TA</b>

Tabela 20. Wykaz reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych

L.p.	Zdarzenie inicjujące	Zdarzenie szczytowe	Efekt fizyczny	Skutki
1	Błędy organizacyjne, błąd człowieka	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru	Wybuch chmury palnej	Straty ludzkie (ofiary śmiertelne, urazy) Straty materialne
2	Iskra mechaniczna	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru	Wybuch chmury palnej	Straty ludzkie (ofiary śmiertelne, urazy) Straty materialne
3	Iskra elektryczna	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru	Wybuch chmury palnej	Straty ludzkie (ofiary śmiertelne, urazy) Straty materialne
4	Wyładowanie elektrostatyczne	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru	Wybuch chmury palnej	Straty ludzkie (ofiary śmiertelne, urazy) Straty materialne
5	Wyładowanie atmosferyczne / prądy błędzące	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru	Wybuch chmury palnej	Straty ludzkie (ofiary śmiertelne, urazy) Straty materialne

Dalszą analizę ryzyka wybuchowego Ex-AWZ przeprowadzono dla reprezentatywnych zdarzeń awaryjnych.

## 16.2. Określenie prawdopodobieństwa i czasu występowania atmosfery wybuchowej

Zgodnie z klasyfikacją stref zagrożenia wybuchem ustalono prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej (tabela 21).

Tabela 21. Prawdopodobieństwo i czas występowania atmosfery wybuchowej

Rodzaj strefy zagrożenia wybuchem	Opis strefy	Czas trwania	Prawdopodobieństwo wystąpienia	Kategoria KATEX
Strefa 0, 20	Występuje stale, często lub przez długie okresy	> 1000 godz./rok	od 0,1 - 0,01 przyjęto $10^{-1}$	I
Strefa 1, 21	Może czasami wystąpić w trakcie normalnego działania	10 do 1000 godz./rok	od 0,01 - 0,001 przyjęto $10^{-2}$	II
Strefa 2, 22	Nie występuje w trakcie normalnego działania, a w przypadku wystąpienia trwa tylko przez krótki czas	< 10 godz./rok	od 0,001 - 0,0001 przyjęto $10^{-4}$	III

### 16.3. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia oraz uaktywnienia się źródeł zapłonu

Prawdopodobieństwo wystąpienia oraz uaktywnienia się potencjalnych źródeł zapłonu zawarto w tabeli 22.

Tabela 22. Prawdopodobieństwo wystąpienia oraz uaktywnienia się źródeł zapłonu

L.p.	Rodzaj źródła zapłonu	Występowanie	Miejsce wystąpienia	Stan pracy urządzenia, w którym występuje źródło zapłonu <sup>(1)</sup>	Zdolność zapalająca źródła <sup>(2)</sup>	Prawdopodobieństwo wystąpienia źródła zapłonu <sup>(3)</sup>
1	Otwarty płomień, gorący gaz lub cząstki (tlenie)	TAK	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wadliwy	Duża	Rzadko
2	Iskry mechaniczne	TAK	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wadliwy	Średnia	Wyjątkowo
3	Urządzenia elektryczne	TAK	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wadliwy	Duża	Rzadko
4	Elektryczność statyczna	TAK	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Wadliwy	Duża	Rzadko
5	Wyładowanie atmosferyczne / prądy błędzące	TAK	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rzadko – wadliwy	Średnia	Wyjątkowo

<sup>(1)</sup> Oznaczenie stanu pracy: Normalny – źródła zapłonu mogą występować podczas normalnego działania; Wadliwy – źródła zapłonu mogą wystąpić jedynie w wyniku wadliwego działania; Rzadko-wadliwy – źródła zapłonu mogą wystąpić jedynie w wyniku rzadko występującego wadliwego działania.

<sup>(2)</sup> Zdolność zapalająca źródła jest określona jako: Duża, Średnia lub Mała.

<sup>(3)</sup> Prawdopodobieństwo wystąpienia źródła zapłonu jest określone jako: Często (w tym ciągle), Rzadko lub Wyjątkowo.

## 16.4. Określenie prawdopodobieństwa niezadziałania środków zabezpieczeń

Tabela 23. Prawdopodobieństwo niezadziałania środków zabezpieczeń, PFD

Kategoria Kz	Znaczenie	PFD	Stosowalność w strefach wybuchowych
Normalny – Kategoria 3	Normalny stopień ochrony przed wybuchem (zgodność z obowiązującymi standardami)	$10^{-1}$	2, 22
Wysoki – Kategoria 2	Wysoki stopień ochrony tj. normalny stopień zabezpieczeń plus 1 dodatkowy niezależny środek ochrony albo związany ze środkami kontroli zapłonu lub z środkami zapobiegania powstawania atmosfery wybuchowej lub ze środkami ochrony przeciwwybuchowej	$10^{-2}$	1, 21 2, 22
Bardzo wysoki – Kategoria 1	Bardzo wysoki stopień ochrony tj. normalny stopień zabezpieczeń plus 2 dodatkowe niezależne środki ochrony związane z środkami kontroli zapłonu lub z środkami zapobiegania powstawania atmosfery wybuchowej lub ze środkami ochrony przeciwwybuchowej	$10^{-3}$	0, 20 1, 21 2, 22

## 16.5. Określenie wielkości przewidywanych skutków wybuchu

Kategoryzację wielkości skutków dla gazowych atmosfer wybuchowych przeprowadza się zgodnie z zasadami podanymi w tabeli 24, w zależności od rodzaju i ilości uwolnionej substancji niebezpiecznej.

Tabela 24. Matryca do wyznaczania kategorii wielkości skutków

### A. Dla gazowych atmosfer wybuchowych ( $K_S$ )

Rodzaj substancji	Rodzaj otworu - Uwolnienie					
	1-10 kg	10-100 kg	0.1-1 Mg	1-10 Mg	10-100 Mg	> 100 Mg
	Szpilka	Przeciek na uszczelce	10-15 mm	25 mm	50-100 mm	> 100 mm
Łatwopalne, ciecze kat. 1, gazy kat. 1 i 2	2	3	4	5	5	5
Łatwopalne, ciecze kat. 2 i 3	1	2	3	4	5	5
Łatwopalne, pozostałe	1	2	2	3	4	5

## 16.6. Określenie ryzyka wystąpienia wybuchu

Tabela 25. Matryca do określenia kategorii prawdopodobieństwa wystąpienia wybuchu bez zabezpieczeń ( $K_{BZ}$ )

Kategoria wystąpienia atmosfery wybuchowej ( $K_{ATEX}$ )	Kategoria prawdopodobieństwa wystąpienia efektywnego zapłonu ( $K_{EZZ}$ )		
	Często	Rzadko	Wyjątkowo
I (strefa 0, 20)	a	b	c
II (strefa 1, 21)	b	c	d
III (strefa 2, 22)	c	d	e

Gdzie: a – pewne, b – możliwe, c – wyjątkowe, d – małe, e – bardzo małe

Tabela 26. Matryca do określenia kategorii prawdopodobieństwa wystąpienia wybuchu z zabezpieczeniami ( $K_{ZZ}$ )

Sumaryczna kategoria zabezpieczeń ( $K_Z$ )	Kategoria prawdopodobieństwa wystąpienia wybuchu bez zabezpieczeń ( $K_{BZ}$ )				
	a	b	c	d	e
kat. 3	A	A	B	C	D
kat. 2	A	B	C	D	E
kat. 1	B	C	D	E	E

Gdzie: A – pewne, B – możliwe, C – wyjątkowe, D – małe, E – bardzo małe

Tabela 27. Matryca ryzyka wybuchu z zabezpieczeniami ( $R_Z$ )

Kategoria prawdopodobieństwa wystąpienia wybuchu z zabezpieczeniami ( $K_{ZZ}$ )	Kategoria skutków ( $K_S$ )				
	1 Pomijalne	2 Małe	3 Średnie	4 Duże	5 Katastrof.
A - pewne	TA	TNA	TNA	NA	NA
B - możliwe	TA	TA	TNA	TNA	NA
C - wyjątkowe	A	TA	TA	TNA	TNA
D - małe	A	A	TA	TA	TNA
E - bardzo małe	A	A	A	TA	TA

Tabela 28. Matryca do określenia kategorii narażenia ludzi ( $K_{NL}$ )

Czas trwania narażenia	Częstość narażenia		
	Co dzień	Co tydzień	Co miesiąc
do 1 godz.	R	R	O
1 do 4 godz.	R	O	O
4 do 6 godz.	O	O	S
6 do 8 godz.	O	S	S

Gdzie: S – stale, O – okresowo, R – rzadko

Tabela 29. Matryca ryzyka do końcowej oceny ryzyka wybuchu w miejscach pracy (R)

Kategoria narażenia ludzi (K <sub>NL</sub> )	Kategoria ryzyka wybuchu z zabezpieczeniami (R <sub>Z</sub> )			
	A	TA	TNA	NA
R	A	A	TA	TA
O	A	TA	TA	TNA
S	TA	TA	TNA	NA

Tabela 30. Określenie ryzyka wystąpienia wybuchu

Nr	Miejsce pracy / Obiekt	Scenariusz awaryjny	Strefa zagrożenia wybuchem	KATEX	Efektywne źródło zapłonu / Zagrożenie	KEZZ	Kz	Ks	KBz	Kzz	Rz	Czas trwania narażenia	Częstość narażenia	KNL	R
1	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru, zapłon, wybuch wskutek prowadzenia prac niezgodnie z procedurami (zapłon od płomienia zapałki, żarzącego się niedopałka papierosa)	1, 2	II, III	Otwarty płomień, gorący gaz lub cząstki (tlenie)	Rzadko	Kategoria 3	Kategoria 3	c	B	tna	1 do 4 godz.	Codziennie	R	TA
2	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru, zapłon, wybuch wskutek prowadzenia prac niezgodnie z procedurami (w wyniku uderzenia od obcych przedmiotów)	1, 2	II, III	Iskry mechaniczne	Wyjątkowo	Kategoria 3	Kategoria 3	d	C	ta	1 do 4 godz.	Codziennie	R	A
3	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rozszczelnienie instalacji / butli, uwolnienie wodoru, zapłon, wybuch wskutek zapłonu od iskry elektrycznej wytworzonej przez: Wadliwą pracę urządzeń Niewłaściwy nadzór i konserwację urządzeń elektrycznych Stosowanie urządzeń / instalacji elektrycznych niezgodnych z Dyrektywą ATEX	1, 2	II, III	Urządzenia elektryczne	Rzadko	Kategoria 3	Kategoria 3	c	B	tna	1 do 4 godz.	Codziennie	R	TA
4	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rozszczelnienie instalacji / butli,, uwolnienie wodoru, zapłon, wybuch wskutek zapłonu od iskry elektrostatycznej wytworzonej przez: Wadliwe działanie / niewłaściwe lub brak uziemienia / niewłaściwe mostkowanie elementów instalacji uziemiającej Niestosowanie odzieży, obuwia i środków ochrony indywidualnej w wykonaniu antystatycznym	1, 2	II, III	Elektryczność statyczna	Rzadko	Kategoria 3	Kategoria 3	c	B	tna	1 do 4 godz.	Codziennie	R	TA
5	Hangar Balonowy Pomieszczenie magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru	Rozszczelnienie instalacji / butli,, uwolnienie wodoru, zapłon, wybuch wskutek zapłonu od wyładowania atmosferycznego / prądów błędzących	1, 2	II, III	Wyładowanie atmosferyczne / prądy błędzące	Wyjątkowo	Kategoria 3	Kategoria 3	d	C	ta	1 do 4 godz.	Codziennie	R	A

## 17. Ocena ryzyka

Do oceny ryzyka zagrożenia wybuchem przyjęto następujące kryteria akceptacji:

- Scenariusze określone na poziomie ryzyka nieakceptowanego (NA) oraz tolerowanego – nieakceptowanego (TNA) wymagają wprowadzenia dodatkowych zabezpieczeń, środków bezpieczeństwa i podjęcia działań zmierzających do obniżenia poziomu ryzyka (przejście na poziom TA lub A),
- Scenariusze określone na poziomie ryzyka akceptowanego (A) i tolerowanego – akceptowanego (TA) nie wymagają żadnych dodatkowych zabezpieczeń co nie oznacza, że nie należy podejmować działań celem zapewniania najwyższego możliwego poziomu bezpieczeństwa. Obowiązuje zasada ciągłego doskonalenia. Należy wprowadzić zalecenia wynikające z przeprowadzonej analizy ryzyka.

Do analizy metodą ExAWZ wytypowano scenariusze awaryjne, które mogą wystąpić w:

- Hangarze Balonowym,
- Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru.

W toku przeprowadzonej analizy i oceny ryzyka wybuchowego (metodą ExAWZ) wykazano, że dla:

- 2 scenariuszy wyjściowy poziom ryzyka jest **akceptowany (A) (ryzyko dopuszczalne)**,
- 3 scenariuszy wyjściowy poziom ryzyka jest **tolerowany - akceptowany (TA) (ryzyko dopuszczalne)**.

**Nie stwierdzono scenariuszy awaryjnych na poziomie ryzyka niedopuszczalnego – nieakceptowanego (NA) oraz tolerowanego nieakceptowanego (TNA).**

**Ryzyko wystąpienia wybuchu w miejscach pracy, gdzie może wystąpić atmosfera wybuchowa w:**

- Hangarze Balonowym,
  - Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru,
- oceniono na poziomie dopuszczalnym.**

## 18. Dobór dodatkowych środków zabezpieczeń

Z przedstawionej analizy i oceny ryzyka wybuchu wynika, że w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie występuje **dopuszczalne ryzyko wystąpienia zagrożenia wybuchem dla pracowników Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy i firm zewnętrznych, przy czym:**

- Należy wprowadzić wszystkie określone w Ocenie Zagrożenia Wybuchem i niniejszym Dokumencie zalecenia dla zabezpieczenia miejsc pracy.
- Należy również prowadzić ciągły nadzór i kontrole oraz pamiętać o zasadzie ciągłego udoskonalania.

## 19. Określenie, dla wszystkich osób wykonujących pracę na rzecz różnych pracodawców w tym samym miejscu pracy:

### 19.1. Środków ochronnych

#### Organizacyjne / proceduralne środki ochrony

- Szkolenia pracowników
  - System szkoleń stanowiskowych i bhp pracowników
  - Ocena ryzyka zawodowego
  - Szkolenia pracowników na wypadek wystąpienia awarii
- Instrukcje bhp
- Instrukcje stanowiskowe
- Dokumentacja techniczna
- Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem
- Instrukcja Bezpieczeństwa Pożarowego
- Wykaz prac szczególnie niebezpiecznych
- System pozwoleń na prace szczególnie niebezpieczne
- Zakazy w strefach zagrożenia wybuchem:
  - Zakaz używania otwartego ognia
  - Zakaz palenia tytoniu
  - Zakaz stosowania oświetlenia w wykonaniu zwykłym i elektronarzędzi
- Nakazy w strefach zagrożenia wybuchem:
  - Nakaz stosowania narzędzi nieiskrzących ręcznych podczas prac
  - Stosowania odzieży, środków ochrony indywidualnej i obuwia w wykonaniu antystatycznym

### Techniczne środki ochrony

- Ochrona odgromowa i przeciwprzebieciowa
- Ochrona przed elektrycznością statyczną
- Podręczny sprzęt gaśniczy

**Uwaga!** W miejscach, w których może wystąpić atmosfera wybuchowa należy używać sprzętu, narzędzi oraz środków ochronnych posiadających dopuszczenie do pracy w strefach zagrożenia wybuchem wskazane w certyfikatach badania typu WE, deklaracjach zgodności WE, świadectwach lub instrukcjach wydanych przez ich producentów.

## **19.2. Zasad koordynacji stosowania tych środków przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy**

Dla wszystkich osób wykonujących pracę na rzecz różnych pracodawców w tym samym miejscu pracy, należy stosować wskazane w niniejszym dokumencie wskazane środki ochronne (w szczególności punkt 12 Dokumentu). W celu prawidłowej realizacji funkcji bezpieczeństwa określa się ogólne zasady koordynacji stosowania środków ochronnych przez pracodawcę odpowiedzialnego za miejsce pracy. Szczegółowe przepisy obowiązujące w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, w tym wymienione powyżej procedury, uwzględniają następujące zalecenia:

1. Wykonawca zewnętrzny musi być świadomy zagrożenia wybuchem w danym miejscu pracy oraz wpływu tego zagrożenia na wykonywane przez niego czynności.
2. Pracownicy wykonujący swoje zadania w określonych miejscach pracy na obiektach powinny posiadać pełną wiedzę dotyczącą wykonywania prac zleconych,
3. Pracownicy wyższego szczebla oraz nadzorujący wykonywanie określonych zadań w miejscach pracy na obiektach powinni zostać poinstruowani, w jaki sposób oni i ich pracownicy powinni zachowywać się w odniesieniu do wykonawców zewnętrznych.
4. W przypadku rozdzielenia prac, zlecający oraz wykonawca są zobowiązani do koordynacji swoich działań, aby uniknąć wzajemnego zagrożenia. W zakresie prac w lub w związku z miejscami niebezpiecznymi lub postępowania z łatwopalnymi substancjami, które mogą spowodować powstanie niebezpiecznych atmosfer wybuchowych, należy zapobiegać wzajemnemu zagrożeniu, nawet jeżeli nie można go od razu zauważyć. W przypadku jakichkolwiek wątpliwości z tym związanych należy wyznaczyć koordynatora.
5. Koordynator powinien spełniać następujące wymagania odnoszące się do ochrony przeciwwybuchowej:
  - a. Posiadać wiedzę fachową z dziedziny ochrony przeciwwybuchowej,
  - b. Znać krajowe przepisy z zakresu bezpieczeństwa przeciwwybuchowego,
  - c. Posiadać możliwości wdrażania i egzekwowania stosowania instrukcji i procedur z zakresu bezpieczeństwa przeciwwybuchowego, obowiązujących na terenie zakładu.

6. Odpowiedni personel wewnętrzny, wykonawca i wszystkie inne osoby wykonujące prace w danym miejscu powinny w odpowiednim czasie dostarczyć koordynatorowi lub innej osobie odpowiedzialnej następujące informacje:
  - a. Wskazanie prac, które mają być przeprowadzane,
  - b. Planowane rozpoczęcie prac,
  - c. Spodziewane zakończenie prac,
  - d. Miejsce wykonywania prac,
  - e. Wskazanie wyznaczonych pracowników,
  - f. Planowany sposób wykonywania prac
  - g. Nazwisko osoby (osób) odpowiedzialnych za wykonywane prace.

Eksploatacja miejsc pracy w strefach zagrożenia wybuchem jest możliwa pod warunkiem wykonania zaleceń:

- posiadania aktualnego przeszkolenia bhp, w tym odpowiedniego szkolenie dotyczącego ochrony przed wybuchem
  - zapoznania się i ścisłego przestrzegania procedur obowiązujących w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, w szczególności:
    - Instrukcje bhp
    - Instrukcje stanowiskowe
    - Dokumentacja techniczna
    - Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem
    - Instrukcja Bezpieczeństwa Pożarowego
    - Wykaz prac szczególnie niebezpiecznych
    - System pozwoleń na prace szczególnie niebezpieczne
  - zapoznania się z niniejszym *Dokumentem Zabezpieczenia Przed Wybuchem*
  - bezwzględnego zakazu używania otwartego ognia w miejscach pracy
  - bezwzględnego zakazu palenia tytoniu
  - bezwzględnego zakazu stosowania oświetlenia w wykonaniu zwykłym i elektronarzędzi
  - skutecznego działania instalacji uziemień i przewodów ochronnych zabezpieczających przed wyładowaniami iskrowymi powstałymi na skutek kumulowania się ładunków elektryczności statycznej, wyrównującego potencjały pomiędzy poszczególnymi częściami instalacji
  - stosowania odzieży, środków ochrony indywidualnej i obuwia w wykonaniu antystatycznym
- Uwaga! Pracownik wykonujący prace w przestrzeni potencjalnie zagrożonej wybuchem nie może posiadać w kieszeniach odzieży żadnych przedmiotów metalowych (itp. kluczy, wkrętałów itp.)*
- właściwego przeglądu i konserwacji oraz przeprowadzania okresowych badań instalacji odgromowych
  - stosowania narzędzi nieiskrzących podczas ręcznych prac

- bezwzględnego zakazu stosowania oświetlenia w wykonaniu zwykłym i elektronarzędzi
- stosowania instalacji elektrycznej, czujników i urządzeń o odpowiednim stopniu ochrony (IP)
- wyposażenia miejsc pracy w wymagane *Instrukcją Bezpieczeństwa Pożarowego* gaśnice

### 19.3. Celu koordynacji oraz metod i procedur jej wprowadzania

**Prace w przestrzeniach zagrożonych wybuchem** wykonuje się zgodnie z pisemnymi instrukcjami wydanymi przez pracodawcę. Należy stosować system zezwoleń na wykonywanie pracy w odniesieniu do wykonywania czynności niebezpiecznych oraz czynności, które wpływają na inną wykonywaną pracę, stwarzając zagrożenie. Zezwolenia na wykonywanie pracy wydaje, przed rozpoczęciem pracy, osoba pracująca wyznaczona przez pracodawcę.

**Prace remontowo-budowlane** wykonywane w strefach zagrożonych wybuchem uznane są za prace niebezpieczne pod względem pożarowym i każdorazowo wymagają pisemnego pozwolenia.

W miejscach, gdzie może wystąpić atmosfera wybuchowa, a w których zachodzi konieczność wykonania prac niebezpiecznych pożarowo, należy przed rozpoczęciem prac zapoznać się i postępować zgodnie z procedurami, w tym opisanymi w:

- niniejszym *Dokumencie Zabezpieczenia Przed Wybuchem*
- Instrukcji Bezpieczeństwa Pożarowego

oraz zapewnić:

- że nie będzie prowadzone dozowanie substancji palnych,
- że w urządzeniach nie będą znajdowały się żadne substancje wykazujące właściwości pożarowo-wybuchowe,
- odcięcie dostępu wszelkich materiałów palnych i wybuchowych od miejsca prowadzenia prac,
- neutralizację urządzeń, w których prowadzone są prace a w których znajdowały się substancje palne,
- ciągły nadzór nad spełnieniem warunków zezwolenia pisemnego.

Koordynacja prac remontowo-budowlanych w miejscach pracy, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej ma istotne znaczenie dla bezpieczeństwa wszystkich osób obecnych na terenie Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie. Każdorazowo przed rozpoczęciem prac należy przygotować i uzyskać zatwierdzenie *Instrukcji Bezpiecznego Wykonywania Robót*.

Wszystkie zaangażowane strony zobowiązuje się i zachęca do przekazywania obserwacji i uwag w zakresie możliwej poprawy organizacji celem polepszenia warunków pracy, w tym zgłaszania zdarzeń potencjalnie wypadkowych, przy wykorzystaniu obowiązującego formularza.

## 20. Terminy dokonywania przeglądu stosowanych środków ochronnych

W przypadku, gdy miejsca pracy, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, znajdujące się w nich urządzenia lub organizacja pracy zostaną poddane zmianom, modyfikacji lub przebudowie, mogącym mieć wpływ na zapobieganie tworzeniu się atmosfery wybuchowej, zapobieganie wystąpieniu zapłonu atmosfery wybuchowej oraz ograniczenie szkodliwego efektu wybuchu, w celu zapewnienia ochrony zdrowia i bezpieczeństwa osób pracujących, pracodawca niezwłocznie dokona przeglądu i weryfikacji zastosowanych środków zapobiegania wybuchom i zapewnienia ochrony przed ich skutkami, przeprowadzając aktualizację treści *Dokumentu*, w szczególności w przypadku:

- utworzenia nowych miejsc pracy, które ze względu na swój charakter mogą być zagrożone wybuchem,
- wprowadzenia zmian technologicznych i/lub organizacyjnych,
- wprowadzenia nowych rodzajów substancji niebezpiecznych i/lub przekroczenia maksymalnych ilości stosowanych substancji niebezpiecznych,
- zmian obowiązujących wymagań prawnych w odniesieniu do miejsc pracy,
- wprowadzenia zmian w wyposażeniu w sprzęt, narzędzia oraz w stosowane środki ochronne.

Tabela 31. Terminy dokonywania przeglądu stosowanych środków ochronnych

L.p.	Rodzaj instalacji	Terminy kontroli:		
		wzrokowa	z bliska	okresowa
1	Instalacje elektryczne zwykłe	1 raz na miesiąc	1 raz na miesiąc	Przynajmniej raz na 5 lat
2	Urządzenia elektryczne pracujące w strefach zagrożonych wybuchem	Na początku i na końcu każdej zmiany roboczej oraz w trakcie trwania zmiany	1 raz na miesiąc	Przynajmniej raz na 12 miesięcy
3	Ochrona przed elektrycznością statyczną oraz instalacja odgromowa	Strefa „1” i „2”: raz w tygodniu	Strefa „1” i „2”: raz w tygodniu	Strefa „1” i „2”: raz na rok
		Wykonanie kontroli wzrokowej instalacji i środków ochrony przed elektrycznością statyczną powinno być udokumentowane w dokumentacji eksploatacyjnej z podaniem: nazwy obiektu, zakresu kontroli, daty oraz wyniku kontroli	Wykonanie kontroli wzrokowej instalacji i środków ochrony przed elektrycznością statyczną powinno być udokumentowane w dokumentacji eksploatacyjnej z podaniem: nazwy obiektu, zakresu kontroli, daty oraz wyniku kontroli	Stan techniczny i skuteczność działania środków ochrony przed elektrycznością statyczną należy kontrolować również po dokonaniu zmian w oprzyrządowaniu lub w warunkach przebiegu procesu technologicznego

Zawsze po wykonaniu prac naprawczo remontowych należy instalacje uziemiającą poddać oględzinom, a jeżeli była ona rozpinana również pomiarom. W przypadku stwierdzenia jej naruszenia odtworzyć do stanu pierwotnego i wykonać pomiary jej ciągłości.

Wszelkie przyrządy, systemy ochronne i urządzenia zabezpieczające, kontrolne i regulujące pracę innych przyrządów, systemów lub urządzeń, należy poddawać cyklicznym kontrolom przynajmniej raz na 3 lata. W każdym przypadku należy ten czas zweryfikować względem wytycznych umieszczonych w dokumentacji producenta dostarczanych użytkownikowi. Odpowiednie zapisy dotyczące harmonogramu, sposobu przeprowadzania i raportowania kontroli należy umieścić w odpowiednich instrukcjach eksploatacji, wydanych przez pracodawcę.

## 21. Oświadczenia Pracodawcy

Zapewniam, że miejsca pracy, urządzenia, a także urządzenia ostrzegawcze w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie są zaprojektowane, używane i konserwowane w sposób zapewniający bezpieczne i właściwe ich funkcjonowanie.

Mając na uwadze zapewnienie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników oświadczam, że stosowane w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie urządzenia spełniają wymagania przewidziane w przepisach dotyczących minimalnych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy.

Mając na uwadze zapobieganie wybuchom i zapewnienie ochrony przed ich skutkami oświadczam, że wszystkie miejsca pracy zagrożone możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej w Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie zostały poddane pod tym kątem kompleksowej analizie i ocenie ryzyka wybuchu.

.....  
Data, podpis oraz pieczęć pracodawcy  
/osoby upoważnionej do występowania  
w imieniu pracodawcy

.....  
Data, podpis oraz pieczęć pracodawcy  
/osoby upoważnionej do występowania  
w imieniu pracodawcy

## **22. Wnioski**

Przed pierwszym udostępnieniem osobom pracującym miejsca pracy należy przeprowadzić weryfikację ogólnego bezpieczeństwa w zakresie zabezpieczenia przed wybuchem oraz czy zostały spełnione wszystkie warunki niezbędne do zapewnienia takiego zabezpieczenia. Dla ważności przeprowadzonej weryfikacji wszystkie warunki niezbędne do zapewnienia ochrony przeciwwybuchowej zweryfikowanego miejsca muszą pozostać niezmienione.

Weryfikacji dokonują wskazane przez pracodawcę osoby pracujące, które posiadają specjalistyczne doświadczenie lub kwalifikacje zawodowe w zakresie zabezpieczenia przed wybuchem potwierdzone odpowiednim szkoleniem lub uprawnieniem uzyskanym na podstawie odrębnych przepisów.

Weryfikacja dotyczy przeglądu stosowanych środków ochronnych określonych w niniejszym *Dokumentcie*.

W przypadku konieczności przeprowadzenia aktualizacji *Dokumentu* (patrz punkt 20) musi ona zostać przeprowadzona przez wskazane przez pracodawcę osoby pracujące lub firmy zewnętrzne, które posiadają specjalistyczne doświadczenie lub kwalifikacje zawodowe w zakresie zabezpieczenia przed wybuchem potwierdzone odpowiednim szkoleniem lub uprawnieniem uzyskanym na podstawie odrębnych przepisów.

Pracodawca powinien zapewnić osobom pracującym w miejscach, w których istnieje możliwość wystąpienia atmosfery wybuchowej, odpowiednie szkolenie dotyczące ochrony przed wybuchem, w ramach obowiązujących szkoleń w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny pracy.

Każdy pracownik Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie oraz każdy pracownik firmy zewnętrznej wykonujący prace w strefach zagrożenia wybuchem ma obowiązek zapoznania się z *Dokumentem Zabezpieczenia Przed Wybuchem*. Fakt zapoznania się z *Dokumentem* potwierdza własnoręcznym podpisem na dołączonej do dokumentu liście.

Każdy przegląd *Dokumentu* podlega ewidencji i jest zatwierdzony przez pracodawcę, zgodnie z zapisem w „Oświadczeniu Pracodawcy”. Wraz z podpisaniem „Oświadczenia Pracodawcy” oraz zatwierdzeniem niniejszego *Dokumentu Zabezpieczenia Przed Wybuchem* pracodawca wyznacza zespół ds. przeglądów i weryfikacji oraz przewodniczącego zespołu:

<b>L.p.</b>	<b>Nazwisko i imię</b>	<b>Stanowisko</b>	<b>Data włączenia do zespołu</b>	<b>Data wyłączenia z zespołu</b>	<b>Podpis pracodawcy</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					

## WYKAZ OSÓB, KTÓRE ZAPOZNAŁY SIĘ Z DOKUMENTEM

L.p.	Nazwisko i imię	Data	Podpis
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

## Ewidencja przeglądów i zmian

L.p.	Data przeglądu	Wyszczególnienie wprowadzonych uaktualnień i zmian	Numery dokumentów aktualizujących	Podpis upoważnionego członka zespołu ds. przeglądów i weryfikacji	Data zatwierdzenia i podpis pracodawcy
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

## 23. Podsumowanie i zalecenia

W Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie, w przestrzeniach, w których może wystąpić atmosfera wybuchowa:

- Hangarze Balonowym,
- Pomieszczeniu magazynowania butli z wodorem z instalacją przesyłu wodoru,

została wykonana analiza i ocena ryzyka wybuchu. Zarówno identyfikacja zagrożeń wybuchowych, jak i specyfikacja środków ograniczających ryzyko jest opracowana i określona dla poszczególnych przestrzeni i miejsc pracy. W ten sposób etap analizy i oceny ryzyka zagrożenia wybuchem został zrealizowany i zakończony, co stanowi podstawę do realizacji programu wdrożeń środków redukcji ryzyka w warunkach eksploatacyjnych. Program ten powinien bazować na poniższych zaleceniach.

### Zalecenia

1. Przeprowadzić weryfikację urządzeń w wykonaniu specjalnym oraz urządzeń elektrycznych na zgodność z aktualną klasyfikacją stref zagrożenia wybuchem.
2. Dobrać urządzenia w wykonaniu specjalnym pod kątem przeznaczenia do pracy w sklasyfikowanej przestrzeni zagrożenia wybuchem.
3. Dobrać urządzenia elektryczne w wykonaniu specjalnym pod kątem przeznaczenia do pracy w sklasyfikowanej przestrzeni zagrożenia wybuchem.
4. Prowadzić wykaz urządzeń wykonaniu specjalnym i elektrycznych zainstalowanych w strefach zagrożenia wybuchem.
5. Opracować i wdrożyć system kontroli i serwisowania urządzeń w wykonaniu specjalnym.
6. Wszystkie instalacje i urządzenia elektryczne pracujące w strefach zagrożenia wybuchem – stałe oraz tymczasowe, muszą być w wykonaniu przeciwwybuchowym Ex zgodnym z ATEX 137.
7. Zapewnić techniczne zabezpieczenie układu przed indukcją wysokich napięć w urządzeniach i aparaturze.
8. Zapewnić techniczne zabezpieczenie układu przed wyładowaniami elektryczności statycznej (uziemia i mostkowanie wszystkich przewodzących elementów urządzeń i wyposażenia pomieszczeń).
9. Należy prowadzić wg ustalonego harmonogramu i procedur przegląd wszystkich mostków spinających elementów instalacji. Nie rzadziej niż raz do roku prowadzić kontrolę skuteczności środków ochrony przed elektrycznością statyczną, obejmującą: przegląd stanu środków ochronnych, uziemień, bocznikowania połączeń, ciągłości przewodów.
10. Prowadzić stały nadzór w trakcie pracy wg ustalonego harmonogramu i procedur (lista kontrolna) stałych elementów instalacji, które mogą ulec rozszczelnieniu – dbać o ciągłość połączeń, wymieniać uszkodzone elementy.
11. Zapewnić skuteczność i konserwację instalacji odgromowej.
12. Wdrożyć system kontroli i serwisowania zabezpieczeń przed wyładowaniami elektryczności statycznej.

13. Zapewnić ochronę antyelektrostatyczną osobom wykonującym pracę w strefach zagrożenia wybuchem (obuwie i odzież ochronna). **Uwaga: Ładunek elektrostatyczny jest efektywnym źródłem zapłonu wodorowej mieszaniny wybuchowej. W celu eliminacji ryzyka zapłonu/wybuchu obowiązkowym jest stosowanie przez wszystkich pracowników w miejscu występowania strefy zagrożenia wybuchem odzieży i obuwia o właściwościach antyelektrostatycznych.** Obowiązek ten dotyczy **wszystkich**, również **pracowników firm zewnętrznych, zleceniobiorców** którzy przebywają w miejscach występowania stref zagrożenia wybuchem, bez względu na rodzaj wykonywanych czynności (inspekcje, przeglądy, konserwacje, remonty, inne prace). W przypadku braku wyposażenia w odzież o właściwościach antyelektrostatycznych można wprowadzić stosowanie kombinezonów jednorazowych posiadających takie właściwości potwierdzone atestem.
14. Opracować i wdrożyć do stosowania instrukcję ochrony przed elektrycznością statyczną w strefach zagrożenia wybuchem.
15. Podłoga w pomieszczeniach jest pokryta powłoką odprowadzającą ładunki elektrostatyczne. Należy dokonywać kontroli wizualnej oraz pomiarów rezystancji.
16. Opracować i wdrożyć do stosowania instrukcję stanowiskową.
17. Zapewnić przestrzeganie zasad prowadzenia prac pożarowo niebezpiecznych.
18. Wprowadzić nakazy oraz zakazy, które muszą obowiązywać w strefach zagrożenia wybuchem oraz wprowadzić znaki bezpieczeństwa o nich informujące:
  - a. Zakaz używania otwartego ognia;
  - b. Zakaz palenia tytoniu;
  - c. Zakaz używania telefonów komórkowych;
  - d. Zakaz posiadania i używania obcych przedmiotów (np. w kieszeniach);
  - e. Nakaz stosowania odzieży, rękawic, obuwia w wykonaniu antyelektrostatycznym.
19. Wszyscy pracownicy Stacji Pomiarów Aerologicznych w Legionowie wykonujący prace w strefach zagrożenia wybuchem muszą zapoznać się z niniejszym Dokumentem. Fakt zapoznania się potwierdzają własnoręcznym podpisem na dołączonej do Dokumentu liście.
20. Wszystkie miejsca, w których występują strefy zagrożenia wybuchem muszą zostać właściwie oznakowane w sposób zapewniający dostarczenie informacji o zagrożeniach związanych z możliwością wystąpienia wybuchu zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 08.07.2010 r. – poprzez umieszczenie znaku ostrzegawczego w miejscach wstępu do stref.
21. Należy powadzić harmonogram konserwacji i przeglądów urządzeń i wyposażenia pomieszczeń, w których wyznaczono strefy zagrożenia wybuchem i przeprowadzać konserwację i przeglądy zgodnie z zaleceniami producentów i Polskimi Normami.

Ponadto, w analizowanych przestrzeniach technologicznych należy spełnić poniższe wymagania.

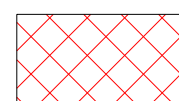
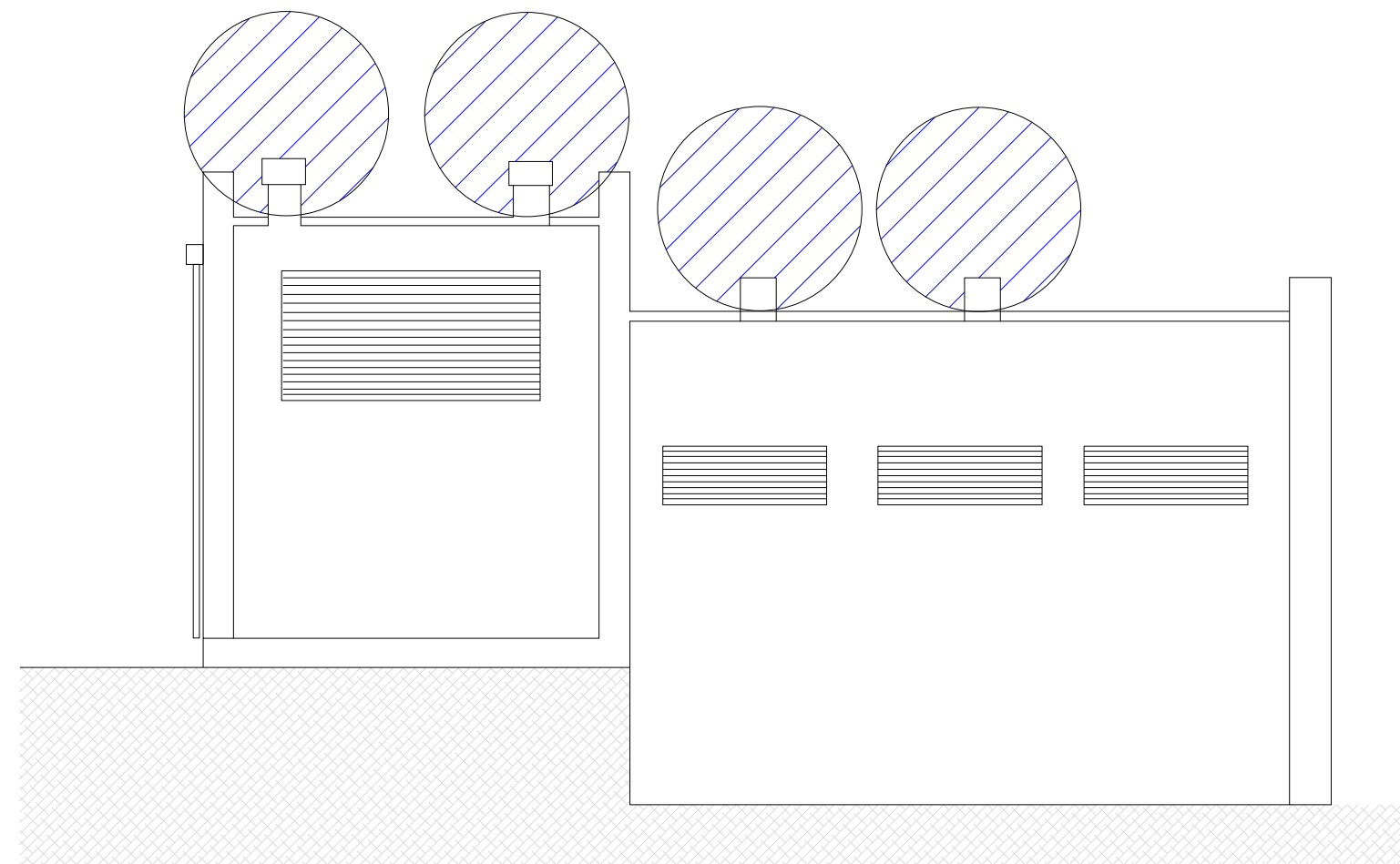
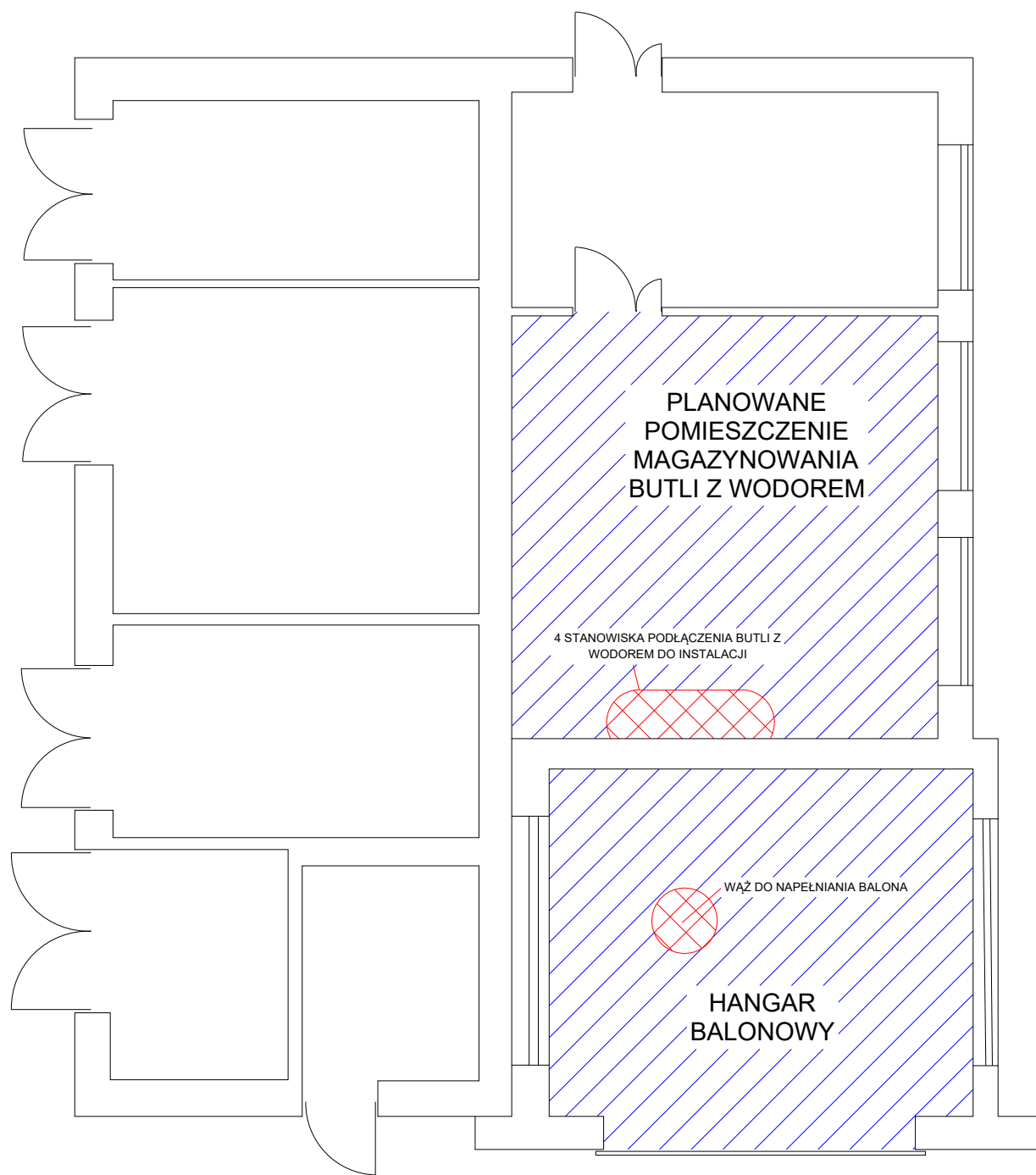
- Wymagania w zakresie magazynowania butli z wodorem  
Butle z wodorem należy magazynować w podziale na butle pełne i butle puste. Należy zapewnić magazynowanie butli w sposób uniemożliwiający upadek. Pomieszczenie

magazynowe butli należy chronić przed ogrzaniem do temperatury przekraczającej 35 °C.

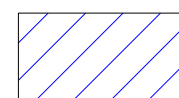
- Wymagania dot. operacji podłączania butli z wodorem do instalacji  
Podłogę pod stanowiskami podłączenia butli należy zabezpieczyć przed uszkodzeniem mechanicznym podczas transportu butli np. poprzez zastosowanie gumowej maty spełniającej wymagania bezpieczeństwa elektrostatycznego.
- Wymagania w zakresie operacji napełniania balona  
Wężę elastyczne używane do napełniania balona muszą być atestowane i przeznaczone do przesyłu palnych gazów (wodoru - własności elektrostatyczne).

## **24. Literatura**

1. Instrukcja obsługi pakietu ExAWZ, Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2011r.
2. Program wieloletni „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, opracowane w ramach projektu nr 5.R.01. Komputerowe wspomaganie oceny ryzyka dla zakładów stwarzających zagrożenie poważną awarią przemysłową i oceny ryzyka zawodowego pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa. Katedra Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy, PŁ, Łódź 2010.
3. Wytyczne techniczne „Metody oceny zagrożenia i ryzyka wybuchu oraz środki zabezpieczeń przeciwybuchowych”, opracowane w ramach projektu nr 5.R.07. Metody oceny ryzyka na stanowiskach pracy zagrożonych wystąpieniem atmosfery wybuchowej i opracowanie projektu wzoru dokumentu zabezpieczenia przed wybuchem. Instytut Przemysłu Organicznego, Warszawa, 2010.



**strefa 1 zagrożenia wybuchem**



**strefa 2 zagrożenia wybuchem**

nazwa obiektu	
<b>Stacja Pomiarów Aerologicznych w Legionowie</b> <b>Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej</b> <b>Państwowy Instytut Badawczy</b> ul. Zegrzyńska 38, 05-119 Legionowo	
nazwa rysunku	
Graficzne przedstawienie stref zagrożenia wybuchem	
<b>Załącznik 1</b>	nr rys. <b>01</b>

HANGAR BALONOWY	<b>Strefa 2</b> zagrożenia wybuchem w całym pomieszczeniu - Hangarze Balonowym <b>Strefa 1</b> zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od ujścia węża służącego do napełniania balona
PLANOWANE POMIESZCZENIE MAGAZYNOWANIA BUTLI Z WODOREM	<b>Strefa 2</b> zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji <b>Strefa 1</b> zagrożenia wybuchem w promieniu 0,5 m od zaworów przyłączy na stanowiskach podłączenia butli do instalacji <b>Strefa 2</b> zagrożenia wybuchem w promieniu 1,5 m od wylotu wywietrznika dachowego wentylacji